Individuelle Unterschiede des Farbensinnes, insbesondere die Formen der Anomalie und Farbenblindheit, und ihre Beziehungen zur Gesamtpersönlichkeit

---

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der Hohen Philosophischen Fakultät
der Universität Marburg

vorgelegt von

Karl Limper
aus Raumland (Westf.)

Marburg 1931

1931
Johann Ambrosius Barth / Leipzig

Als Dissertation angenommen am 30. Juli 1930

Referent: Herr Prof. Dr. E. R. Jaensch

Tag der mündlichen Prüfung: 30. Juli 1930

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät

Diese Arbeit erscheint gleichzeitig in der *Zeitschrift für Psychologie*, Bd 121 (1931)

Individuelle Unterschiede des Farbensinnes, insbes. die Formen der Anomalie und Farbenblindheit, und ihre Beziehungen zur Gesamtpersönlichkeit

Inhaltsverzeichnis

Seite

I. Kapitel: Einleitung 178
II. Kapitel: Individuelle Unterschiede in der Auswertung lang- und kurzwelligen Lichtes und ihre Beziehung zu somatischen Merkmalen und der psychophysischen Typologie 180
III. Kapitel: Die Rayleighschen Anomalien 200
§ 1. Allgemeines 200
§ 2. Die Deuteranomalie 201
§ 3. Die Protanomalie 221
§ 4. Zusammenfassende Betrachtung 227
IV. Kapitel: Die singulare innere Farbenblindheit 228
V. Kapitel: Die Rotgrünblindheit 238
VI. Kapitel: Schluß 245

I. Kapitel

Einleitung

Man kann die Frage aufwerfen, ob die Psychologie, insbesondere die experimentell arbeitende, noch als philosophische Disziplin anzusehen oder den sog. Einzelwissenschaften an die Seite zu stellen sei. Hinsichtlich ihrer Methode und der von

ihr zu leistenden unerläßlichen Kleinarbeit trägt die experimentelle Psychologie einzelwissenschaftlichen Charakter, hat aber infolge ihrer zentralen Stellung als Wissenschaft von der Seele hohe philosophische Bedeutung. Wie sehr auch die Meinungen über Wesen und Aufgabe der Philosophie auseinandergehen, so gibt es doch ein allen philosophischen Geisteshaltungen gemeinsames Problem, dessen Lösung den verschiedenen Richtungen und Einzeldisziplinen der Philosophie mehr oder weniger klar als Ziel vorschwebt und von jeher die philosophierende Menschheit aufs tiefste bewegt hat: das ist die Frage nach dem Menschen und seiner Stellung im Kosmos. Dieses uralte Problem, dem die Philosophie der Gegenwart wieder besonderes Interesse zuzuwenden scheint, ist aber speziell das der philosophischen Anthropologie, und für diese bildet die moderne Psychologie mit ihren auf Grund exakter Methoden gewonnenen Ergebnissen die reichste und zuverlässigste Quelle. Von besonderer Bedeutung für die Frage nach dem Verhältnis des Menschen zur Welt ist die Art und Weise des menschlichen Welterlebens, das aber, wie besonders die typologisch gerichtete Forschung innerhalb der Psychologie gezeigt hat, in hohem Maße von der individuellen Eigenart, der Volkszugehörigkeit und geopsychischen Faktoren abhängig ist. Ein tieferes Verständnis für die Verschiedenartigkeit des Welterlebens und -erfassens, sei es philosophischer, religiöser oder künstlerischer Art, ist ohne psychologische Einsicht nicht möglich. — Die moderne psychologische Forschung hat Gesetzmäßigkeiten und auf Verwirklichung biologischer Zwecke gerichtete Tendenzen entdeckt, die sowohl im Höherseelischen als auch in den tieferen Schichten des Psychophysischen, ja sogar in der unbewußten organischen Natur wirksam sind. Mit dem Nachweis solcher umfassender Gesetze und Tendenzen werden der philosophischen Anthropologie wertvolle Dienste geleistet. Wenn die experimentelle Psychologie nicht nur als Einzelwissenschaft gelten, sondern auch als philosophische Disziplin gewertet sein will, darf sie bei der notwendigen Bearbeitung von Einzelproblemen den Blick auf das Ganze nicht verlieren und muß sich bemühen, das Einzelne höheren, allgemeinen Gesichtspunkten unterzuordnen. Typologische und strukturpsychologische Forschungsmethoden scheinen uns hierfür besonders geeignet zu sein. —

Auch die vorliegende Arbeit über individuelle Differenzen des Farbsinns will ein Versuch in dieser Richtung sein. Man kann den Farbsinn unter vorwiegend physikalisch-physiologischen Gesichtspunkten untersuchen und die Farbenempfindungen als Funktionen physikalisch-chemisch-physiologischer Vorgänge, wie Assimilation und Dissimilation der Netzhautprozesse, Bildung und Zersetzung des Sehpurpurs usw. auffassen. Dieser Art der Betrachtung wollen wir uns weniger bedienen, vielmehr versuchen, die individuellen Eigentümlichkeiten des Farbensinns von der psychophysischen Gesamtpersönlichkeit aus zu beurteilen, weil eben die Strukturen und typologischen Unterschiede, die das höhere Seelenleben charakterisieren, mehr oder weniger schon im Elementar-Seelischen nachweisbar sind und oft bis in das Gebiet physiologischer Schichten hinunterreichen. Damit ist kein Gegensatz zur physikalisch-physiologischen Betrachtungsweise gegeben. Wir werden uns, soweit eine physikalisch-physiologische Theorie des Farbensehens herangezogen werden muß, an die Heringsche Theorie der Gegenfarben[1] und ihre Weiterbildung durch G. E. Müller[2] anlehnen.

II. Kapitel

Individuelle Unterschiede in der Auswertung lang- und kurzwelligen Lichtes und ihre Beziehung zu somatischen Merkmalen und der psychophysischen Typologie

Unsere ersten Untersuchungen erstreckten sich auf die Feststellung individueller Differenzen des Farbensinnes unter den Farbentüchtigen. Die sog. Rayleighschen Anomalen, die, wie weiter unten gezeigt wird, im allgemeinen als farbenuntüchtig angesehen werden müssen, blieben zunächst unberücksichtigt. Von dem für sie charakteristischen Kriterium des gesteigerten Simultankontrastes, das wir benutzten, um sie von den Farbentüchtigen abzusondern, wird bei der Erörterung der Anomalien

---

[1] Hering, Grundzüge der Lehre vom Lichtsinn. Sonderabdruck aus Gräfe-Saemisch, Handbuch d. ges. Augenheilkunde. I. Teil, 12. Kap. Leipzig 1905—1911.

[2] G. E. Müller, Zur Psychophysik der Gesichtsempfindungen. *Z. f. Psychol.* **10** u. **14**. — Darstellung und Erklärung der verschiedenen Typen der Farbenblindheit. Göttingen 1924.

die Rede sein. Die Untersuchung geschah mit Hilfe von Farbengleichungen, die am NAGELschen Anomaloskop und mit Farbkreiseln hergestellt wurden. Für das Anomaloskop diente als Lichtquelle eine 60-Watt-Glühbirne aus Opalglas, die im Vergleich mit dem meist benutzten Gasglühlicht gleichmäßiger beleuchtete Farbenfelder liefert und außerdem noch die Verwendung der Apparatur in jedem Raume mit elektrischer Lichtanlage gestattet. Aus den mittels geradsichtiger Prismen des Anomaloskops erzeugten Spektren werden durch drei Spalte drei Farben ausgesondert, nämlich Lithiumrot ($\lambda = 670$ $\mu\mu$), Natriumgelb ($\lambda = 589$ $\mu\mu$) und Thalliumgrün ($\lambda = 535$ $\mu\mu$). Die Mischung aus Lithiumrot und Thalliumgrün, die auf der oberen Halbkreisfläche des Farbenfeldes erscheint, wird mit dem Natriumgelb des unteren Feldes verglichen. Das Rotgrün-Mischungsverhältnis und die Intensität des Gelb können durch Drehen je einer Trommel mit 90-teiliger Skala so variiert werden, daß oberes und unteres Feld gleiches Aussehen haben (RAYLEIGHsche Gleichung). Wird dabei z. B. an der Skala der Mischung auf Teilstrich 60 eingestellt, so ist das von der betreffenden Vp. für die RAYLEIGHsche Gleichung (R.Gl.) benötigte Intensitätsverhältnis (gemessen in Spaltbreiten, nicht in absoluten Einheiten) Rot: Grün = 60: (90—60) = 60:30. Bei allen Versuchen wurde ein und dieselbe Glühbirne benutzt. Gegen störendes Tages- und Lampenlicht schützten sich die Versuchspersonen (Vpn.) während der Einstellung durch Überhängen eines schwarzen Tuches. Zur Herstellung einer Gelbblaumischung diente ein Farbkreisel, an dem je ein Sektor aus gelbem und dazu komplementärfarbigem blauen Papier solange variiert wurde, bis sich ein Grau ergab, das einem auf einem zweiten Kreisel aus Schwarz- und Weißsektoren hergestellten Grau gleich erschien.

Die Einstellung der R.Gl. am Anomaloskop wurde mit Schülern der hiesigen Oberrealschule und des Realgymnasiums sowie Studierenden der Universität und anderen Erwachsenen beiderlei Geschlechts ausgeführt, und zwar zunächst während der Sommermonate 1929 bei sonnigem Wetter und dann noch einmal mit denselben Vpn. in den Wintermonaten 1929/30. Da wir Beziehungen zwischen der individuellen Lichtauswertung und somatischen und typologischen Merkmalen vermuteten,

achteten wir bei unsern Vpn. auf Haarfarbe, Augenfarbe und Pigmentbildung der Haut und suchten die typologische Zugehörigkeit — soweit es die Umstände erlaubten, auch eingehend experimentell — festzustellen. Die Vpn. der nun folgenden Tabellen 1—12 waren Schüler des hiesigen Realgymnasiums (R.G.) und der Oberrealschule (O.R.). Die Untersuchung fand im Juni und Juli 1929 in einem Nebenraum des Zeichensaals der betreffenden Anstalt statt. Jedem Schüler wurde gestattet, die Einstellung der R.Gl. am Anomaloskop bei Beachtung feiner Farb- und Helligkeitsunterschiede solange zu üben, bis bei mehrmaliger Wiederholung eine eindeutige Einstellung zustande kam; Vpn., denen dieses nicht gelang, sind in den folgenden Tabellen nicht aufgeführt. Die Vpn. wurden nicht nach irgendwelchen Gesichtspunkten ausgewählt, sondern der Reihe nach untersucht, wie sie sich während ihrer Zeichenstunden freiwillig zur Verfügung stellten. Tabelle 13 umfaßt Studierende und andere ältere Personen, ihre Untersuchung fand im hiesigen Psychologischen Institut statt.

Tabelle 1
(O I, R.G.)

Vp.	Augenfarbe	Haarfarbe	Hautfarbe	Einstellung der R.Gl.
E. Sch.	braun	dkl.braun	dkl.braun	58
G. W.	„	dkl.blond	mittel	62
W. W.	blau	hellblond	hell	65
K. B.	grau	blond	„	61
J. D.	„	schwarz	dkl.braun	60
E. D.	hellblau	hellblond	hell	64
F. G.	blau	blond	mittel	62
W. Pf.	„	hell	hell	64
E. St.	braun	braun	mittel	61
W. H.	„	blond	hell	62
F. H.	„	braun	mittel	61
G. D.	„	„	hell	65
R. S.	„	blond	mittel	62
H. S.	blau	mittel	„	61
H. M.	braun	braun	braun	62
W. H.	grau	dkl.blond	mittel	61
S. B.	„	mittel	hell	62
W. K.	„	blond	mittel	62
G. B.	„	„	„	61
G. W.	hellgrau	„	hell	65

Tabelle 2

(O I, R.G.)

Vp.	Augenfarbe	Haarfarbe	Hautfarbe	Einstellung der R.Gl.
E. E.	grau	braun	mittel	60
W. K.	braun	„	braun	61
G. H.	„	blond	mittel	61
W. Th.	blond	„	hell	62
R. Sch.	braun	braun	„	62
C. G.	grau	„	mittel	61
G. D.	blau	hellblond	„	63
F. K.	„	blond	hell	62
W. S.	grau	hellblond	„	63
W. T.	braun	blond	mittel	61
W. E.	hellblau	hellblond	hell	68
W. B.	braun	dkl.blond	braun	58
W. H.	„	braun	„	60
K. E.	grau	hellblond	hell	64
K. M.	„	„	„	64
G. L.	blau	„	„	64

Tabelle 3

(O II, R.G.)

Vp.	Augenfarbe	Haarfarbe	Hautfarbe	Einstellung der R.Gl.
G. T.	blau	schwarz	mittel	60
K. St.	„	dkl.blond	hell	62
G. Sch.	hellblau	blond	„	64
W. H.	blau	„	mittel	61
K. R.	braun	braun	„	59
E. K.	„	dkl.braun	dkl.braun	58
H. K.	blau	braun	mittel	61
M. K.	„	dkl.blond	„	61
W. H.	braun	blond	hell	63
W. W.	hellblau	hellblond	„	67
K. W.	blau	„	mittel	62
A. Sch.	„	dkl.blond	„	62
K. J.	grau	„	„	61
G. H.	„	blond	„	61
G. V.	hellblau	hellblond	hell	65
G. M.	grau	dkl.blond	mittel	61
G. S.	hellgrau	hellblond	hell	64
F. W.	„	blond	„	67

Aus diesen 13 Tabellen, in denen die Einstellungen 213 farbentüchtiger Vpn. verzeichnet sind, geht hervor, daß das Rotgrün-Mischungsverhältnis bei der Herstellung der R.Gl. individuell verschieden ist. Die Einstellungen bewegten sich

Tabelle 4
(O II, R.G.)

Vp.	Augenfarbe	Haarfarbe	Hautfarbe	Einstellung der R.Gl.
K. W.	grau	dkl.blond	braun	61
T. Kr.	„	blond	„	61
H. Sch.	„	braun	mittel	61
C. M.	braun	„	braun	57
K. H.	blau	blond	hell	64
H. B.	„	braun	braun	59
H. R.	grau	blond	mittel	61
H. B.	hellblau	hellblond	hell	65
R. H.	grau	blond	„	64
W. S.	„	dkl.blond	mittel	62

Tabelle 5
(U II, R.G.

Vp.	Augenfarbe	Haarfarbe	Hautfarbe	Einstellung d. R.Gl.
H. K.	blau	dkl.blond	mittel	61
H. S.	grau	blond	„	61
H. E.	blau	„	hell	63
H. S.	„	braun	mittel	61
H. Th.	„	hellblond	hell	62
G. H.	„	„	„	64
H. P.	braun	schwarz	„	60
K. D.	blau	hellblond	„	65
A. R.	grau	schwarz	mittel	60
J. H.	„	blond	hell	64
O. G.	blau	„	mittel	61
J. St.	hellblau	hellblond	hell	64
H. K.	blau	blond	„	65
A. G.	hellblau	hellblond	„	65
L. H.	„	„	„	65
H. R.	grau	dkl.blond	„	64

zwischen Teilstrich 56 und 68. Die Helligkeit des Natriumgelb im unteren Felde zeigte nur geringe individuelle Unterschiede (26—29), die für das folgende ohne Bedeutung sind. Tabelle 14

gibt die zu den einzelnen Einstellungen des Rotgrün-Verhältnisses gehörige Zahl der Vpn. an.

Die größte Zahl der Vpn. fällt unter Einstellung 61, die wir im folgenden als „Normaleinstellung“ bezeichnen werden.

Tabelle 6
(U I, O.R.)

Vp.	Augenfarbe	Haarfarbe	Hautfarbe	Einstellung der R.Gl.
Wi.	braun	blond	mittel	62
Schü.	„	braun	dkl.braun	57
Fr.	„	„	braun	57
Schw.	blau	blond	hell	61
Schm.	„	„	mittel	63
Du.	braun	dkl.blond	„	61
Rü.	blau	„	hell	64
Rob.	grau	blond	mittel	61
La.	braun	braun	„	62
Ju.	grau	blond	hell	64
Stei.	braun	dkl.blond	braun	61

Tabelle 7
(U II, O.R.)

Vp.	Augenfarbe	Haarfarbe	Hautfarbe	Einstellung der R.Gl.
G. F.	braun	schwarz	braun	65
W. L.	grau	blond	mittel	64
A. H.	blau	„	hell	63
G. Sch.	braun	dkl.blond	mittel	63
A. Br.	blau	braun	dkl.braun	57
G. G.	„	hellblond	hell	65
G. S.	grau	dkl.blond	braun	61
K. H.	„	„	mittel	61
Ha.	„	„	braun	62
Her.	braun	blond	hell	66
Wo.	blau	„	„	65
Wi.	braun	braun	braun	64
Tw.	blau	dkl.blond	mittel	60
Gi.	„	braun	„	61

Wir können dann neben den „Normalsichtigen“ noch zwei Gruppen unter den Farbentüchtigen unterscheiden und wollen die Personen, deren Einstellungen zahlenmäßig unterhalb 61 liegen, die also für die R.Gl. weniger Rot gebrauchen, dieses

verhältnismäßig gut auswerten, als „Rotsichtige“, diejenigen, deren Einstellungen über 61 hinausgehen, die also mehr Rot

Tabelle 8
(O III A, O.R. und R.G.)

Vp.	Augenfarbe	Haarfarbe	Hautfarbe	Einstellung der R.Gl.
W. Sch.	braun	braun	mittel	58
K. St.	grau	„	„	61
K. S.	braun	schwarz	braun	57
W. K.	„	dkl.braun	dkl.braun	58
W. B.	blau	dkl.blond	mittel	64
G. K.	grau	blond	„	61
E. St.	„	braun	dkl.braun	59
W. L.	„	blond	hell	66
K. Sch.	braun	dkl.blond	dkl.braun	56
E. St.	blau	hellblond	mittel	61
G. R.	grau	blond	„	62
H. L.	braun	braun	braun	63

Tabelle 9
(O III B, O.R. und R.G.)

Vp.	Augenfarbe	Haarfarbe	Hautfarbe	Einstellung der R.Gl.
A. B.	grau	dkl.braun	braun	58
F. K.	braun	braun	„	59
K. O.	grau	blond	„	60
K. R.	braun	schwarz	dkl.braun	59
E. St.	„	braun	mittel	61
L. K.	„	dkl.blond	„	60
E. H.	blau	blond	hell	65
G. B.	„	„	mittel	61
D. K.	„	hellblond	hell	62
H. L.	„	blond	„	63
F. B.	grau	„	mittel	61
A. B.	braun	„	„	61
W. K.	blau	dkl.blond	hell	61
M. W.	braun	braun	mittel	60
L. L.	„	„	braun	59
K. Sch.	„	rötl.blond	mittel	62
K. H.	blau	dkl.blond	„	61

und weniger Grün benötigen, als „Grünsichtige“ bezeichnen. Aus den Tabellen 1—13 läßt sich nun ersehen, daß zwischen

Tabelle 10
(IV A, O.R. und R.G.)

Vp.	Augenfarbe	Haarfarbe	Hautfarbe	Einstellung der R.Gl.
G. R.	blau	blond	mittel	62
F. M.	grau	dkl.blond	„	61
K. Pf.	„	blond	hell	62
G. B.	braun	dkl.braun	braun	59
G. F.	hellblau	hellblond	hell	63
A. K.	blau	dkl.blond	braun	59
K. T.	braun	blond	mittel	61
J. Sch.	hellblau	„	hell	64
E. B.	blau	dkl.blond	mittel	61
G. F.	hellblau	hellblond	hell	65
W. H.	grau	dkl.blond	mittel	61
W. W.	blau	„	hell	62
W. P.	grau	blond	mittel	61
H. S.	braun	dkl.blond	„	60
H. N.	grau	„	hell	61
G. R.	braun	„	mittel	61
K. Ch.	„	braun	hell	63
H. M.	„	schwarz	„	64
A. W.	blau	dkl.blond	mittel	61

Tabelle 11
(U III A, O.R. und R.G.)

Vp.	Augenfarbe	Haarfarbe	Hautfarbe	Einstellung der R.Gl.
C. N.	hellblau	blond	hell	67
K. P.	blau	dkl.blond	mittel	66
W. R.	„	hellblond	hell	64
D. M.	hellblau	„	„	67
K. K.	hellgrau	blond	„	63
O. Sch.	braun	dkl.blond	braun	58
W. J.	blau	„	hell	63
K. J.	„	„	mittel	62
W. B.	grau	blond	„	67
G. Sch.	braun	schwarz	braun	60
W. K.	hellblau	rötl.blond	hell	67
F. W.	grau	dkl.blond	braun	61
G. R.	„	hellblond	hell	67
G. R.	blau	dkl.blond	mittel	61
K. M.	grau	blond	hell	63
W. S.	braun	dkl.blond	braun	61
G. R.	„	„	„	59
G. A	grau	braun	hell	64

Rot- bzw. Grünsichtigkeit und Augen-, Haar- und Hautfarbe Beziehungen bestehen. Menschen mit braunen Augen, braunen oder schwarzen Haaren und dunkler Hautfarbe, die wir kurz „Dunkelfarbige" nennen wollen, neigen zur Rotsichtigkeit; Menschen mit blauen oder hellgrauen Augen, hellblonden Haaren und heller, meist blasser, pigmentarmer Haut („Hellfarbige") sind fast durchweg grünsichtig. Mischtypen hinsichtlich der genannten somatischen Merkmale haben normale oder annähernd normale Einstellung. Unter 23 ausgesprochen Dunkelfarbigen der Tabelle 1—13 befinden sich nur drei Grünsichtige,

Tabelle 12
(U III B, O.R. und R.G.)

Vp.	Augenfarbe	Haarfarbe	Hautfarbe	Einstellung der R.Gl.
S. B.	braun	schwarz	hell	61
B. B.	hellgrau	blond	„	65
W. S.	blau	„	„	63
D. B.	„	„	„	64
W. G.	hellgrau	hellblond	„	65
G. D.	hellblau	blond	„	67
H. L.	grau	„	braun	61
W. S.	braun	„	hell	67
G. B.	blau	hellblond	„	63
J. B.	„	„	mittel	66
G. F.	„	blond	hell	66

unter 47 rein Hellfarbigen ist nur ein Rotsichtiger. Weiter geht aus Tabelle 13 hervor, daß die rotsichtigen Vpn. bei der Mischung von Gelb und Blau zu Grau einen relativ größeren Blau- und kleineren Gelbsektor, die Grünsichtigen dagegen mehr Gelb und weniger Blau benötigen. Auch an vielen Vpn. der Tabellen 1—12 konnte dieser Befund bestätigt werden.

Somit ist bei den Farbentüchtigen Rotsichtigkeit stets mit Gelbsichtigkeit, Grünsichtigkeit mit Blausichtigkeit verknüpft. Dunkelfarbige Menschen werten demnach im allgemeinen die langwelligen, hellfarbige die kurzwelligen Lichter des Spektrums verhältnismäßig gut aus.

Wie schon erwähnt wurde, fanden die Untersuchungen, die zu diesem Ergebnis führten, in den Sommermonaten bei

sonnigem Wetter statt. Fast alle Rotsichtigen gaben auf Befragen an, daß sie sich gern im Sonnenlicht aufhalten, ihren

Tabelle 13

(Studierende und andere Erwachsene)

Vp.	Augenfarbe	Haarfarbe	Hautfarbe	Einstellung der R.Gl.	gelb	blau
O. T.	braun	braun	mittel	58	163	197
Ge.	blau	hellblond	hell	61	166	194
W. K.	grau	dkl.blond	„	61	168	192
L. E.	braun	schwarz	braun	59	165	195
F. K.	„	„	hell	66	172	188
F. H.	blau	blond	„	65	174	186
F. F.	hellblau	hellblond	„	66	185	175
Str.	braun	blond	„	66	180	180
L. K.	grau	„	„	61	165	195
H. M.	hellblau	hellblond	„	65	183	177
R. L.	braun	braun	mittel	58	166	194
G. R.	„	blond	„	61	168	192
Ker.	„	„	hell	63	170	190
Dr. M.	hell	„	„	64	175	185
F. S.	hellblau	„	„	67	180	180
Du.	blau	„	braun	60	166	194
Wol.	braun	dkl.blond	„	60	165	195
Mü.	„	braun	„	57	161	199
Schw.	„	dkl.blond	mittel	59	164	196
Str.	„	braun	braun	59	162	198
Li.	grau	„	hell	66	179	181
Eng.	braun	blond	„	67	178	182
A. G.	blau	„	mittel	62	165	195
J. K.	„	braun	„	60	165	195
Sp.	„	schwarz	hell	62	173	187
Sch.	braun	braun	dkl.braun	56	158	202
F. M.	blau	dkl.blond	hell	59	164	196
Str.	braun	braun	dkl.braun	57	162	198
Li.	blau	blond	hell	62	167	193
Dr. W.	„	braun	braun	59	164	196

Die beiden letzten Spalten enthalten die Größe der Gelb- und Blausektoren, die sich am Farbkreisel zu Grau aufhoben.

Tabelle 14

Einstellung der R.Gl.:	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
Zahl der Vpn.:	2	8	9	13	15	58	28	18	24	18	9	10	1

Körper gern und oft den Sonnenstrahlen aussetzen und dann in verhältnismäßig kurzer Zeit gebräunt werden; die Grün-

sichtigen lassen sich weniger gern von der Sonne bescheinen, ihre Haut bleibt trotz längeren Aufenthalts an der Sonne pigmentarm, wird vielmehr leicht von den Sonnenstrahlen beschädigt („verbrannt"), sie meiden daher das Sonnenlicht, weil es „weh tut", wie einige unserer Vpn. sich zu äußern pflegten. Auf Grund dieser Tatsachen vermuteten wir in der Rotsichtigkeit eine Wirkung der direkten Sonnenstrahlung auf den menschlichen Organismus. Puhl[1] konnte die Zunahme der absoluten Rotempfindlichkeit als Folge eines nur mehrstündigen Aufenthaltes (mit nacktem Körper, aber lichtgeschützten Augen) im Sonnenlicht nachweisen. Wir fanden bei der Durchführung einer solchen Versuchsreihe bei den betr. Personen nach zweistündiger Sonnenbestrahlung eine Änderung der R.Gl. zugunsten der Rotauswertung um 2—3 Teilstriche, die zunächst nach einigen Stunden wieder verschwand; wurden aber die Sonnenbäder täglich wiederholt, so blieb die Erhöhung der Rotempfindlichkeit bestehen. Um die Abhängigkeit der individuell so verschiedenen Lichtauswertung von den Lichtverhältnissen der Umgebung zu untersuchen, schlugen wir noch einen anderen Weg ein. Falls eine solche Beziehung besteht, wird die relative Empfindlichkeit für lang- und kurzwelliges Licht im Herbst und Winter, wenn die unmittelbare Sonnenstrahlung kaum wirksam ist, vermutlich eine andere sein als im Sommer, da im direkten Sonnenlicht die langwelligen Strahlen des sichtbaren Spektrums, aber auch die besonders auf die Haut einwirkenden ultravioletten Strahlen verhältnismäßig stark sind, während im diffusen Tageslicht (im Herbst und Winter) die kurzwelligen Strahlen des sichtbaren Spektrums vorherrschen. Wir ließen nun den größten Teil unserer Vpn. vom Sommer 1929 noch einmal die R.Gl. am Anomaloskop in den Monaten November, Dezember und Januar einstellen. Die Tabellen 15 und 16 enthalten alle Vpn. der Tabellen 1 und 2. Tabelle 17 enthält die Einstellungen älterer Vpn., die im Sommer rotsichtig waren; in Tabelle 18 sind Vpn. aufgeführt, bei denen auch im Sommer Grünsichtigkeit festgestellt wurde (Tab. 15 bis 18 siehe S. 191). Aus den Tabellen 15—18 erhellt, daß die

[1] Puhl, Die individuellen Differenzen des Farbensinns in ihrer Beziehung zur Gesamtpersönlichkeit. *Z. f. Psychol.*

Lichtauswertung, wie sie sich zahlenmäßig in der Einstellung der R.Gl. zeigt, im Winter anders ist als im Sommer. Halten

Tabelle 15

Vp.	Einstellung der R.Gl.	
	Sommer	Winter
E. Sch.	58	67
H. W.	62	64
W. W.	65	67
K. B.	61	67
J. D.	60	63
E. D.	64	67
W. Pf.	64	64
F. G.	62	65
E. St.	61	64
W. H.	62	66
F. H.	61	66
G. D.	65	69
R. St.	62	65
G. S.	61	64
G. M.	62	66
W. H.	61	66
S. B.	62	66
W. K.	62	66
H. B.	61	65
H. W.	65	68

Tabelle 16

Vp.	Einstellung der R.Gl.	
	Sommer	Winter
G. E.	60	64
W. K.	61	66
G. H.	61	67
W. T.	62	67
B. Sch.	62	66
G. D.	63	64
H. D.	63	64
F. K.	63	64
W. S.	63	66
W. Fr.	61	66
W. E.	68	71
W. B.	58	65
W. H.	60	66
K. E.	64	66
K. M.	64	65
H. L.	64	66

Tabelle 17

Vp.	Einstellung der R.Gl.		
	Sommer	Winter	Diff.
O. T.	58	63	5
J. K.	60	66	6
L. E.	59	64	5
Mü.	57	63	6
H. W.	59	63	4
G. M.	55	64	9
Str.	57	63	6
H. H.	60	62	2
B. E.	60	67	7
E. K.	59	64	5

Tabelle 18

Vp.	Einstellung der R.Gl.		
	Sommer	Winter	Diff.
H. H.	62	64	2
S. T.	66	66	0
F. K.	65	66	1
E. B.	62	63	1
W. J.	65	67	2
S. L.	62	66	4
R. D.	64	64	0
G. D.	63	66	3
A. Gr.	63	65	2
W. K.	62	64	2
S. P.	63	65	2

wir an den auf Grund der Tabelle 1—13 gewählten Bezeichnungen fest, so können wir sagen, daß die Grünsichtigkeit im

Winter zunimmt, die Rotsichtigkeit abnimmt bzw. in Grünsichtigkeit übergeht. An den Vpn. der Tabelle 19 konnten wir den allmählichen Rückgang der Rotsichtigkeit zeitlich verfolgen.

Tabelle 19

Vp J. Kr.		Vp. M. L.	
Zeit	Einst. d. R.Gl.	Zeit	Einst. d. R.Gl.
Juni, Juli	60	Juli, Aug.	58
20. Aug.	61	1. Sept.	60
Okt.	64	16. Sep.	61
Nov.	65	Okt.	61
Dez.	66	Nov.	63
Vp. K. L.		Vp. E. M.	
Juli, Aug.	57	Aug.	59
Sept.	60	Sept.	61
Okt.	62	Okt.	61
Nov.	62	Nov.	63
Jan.	63		

Vp. E. M.	
Aug.	59
Sept.	69
Okt.	62
Dez.	64
Jan.	64

Bei den Vpn. der Tab. 17 und 19 zeigte sich im Sommer starke Bräunung der Haut, die in den Wintermonaten wieder verschwand. Da nun die Pigmentbildung, die sich unter dem Einfluß des Sonnenlichtes vollzieht und einen Schutz gegen seine schädigende Wirkung (z. B. Zerstörung der Haut durch Ultraviolett) bildet, als zweckmäßige Sonnenanpassung des Körpers angesehen werden muß, können wir auch die mit ihr in enger Beziehung stehende Rotsichtigkeit als Anpassung des Sehorgans an das Sonnenlicht deuten. Vergleicht man Tabelle 17 und 18, so zeigt sich, daß die Differenz zwischen Sommer- und Wintereinstellung bei den Rotsichtigen bedeutend größer ist als als bei den Grünsichtigen.

Bei den Rotsichtigen ändert sich also die relative Auswertung des lang- und kurzwelligen Lichtes stärker; sie passen sich den mit der Jahreszeit

wechselnden Lichtverhältnissen der Umwelt besser an als die Grünsichtigen.

Der Unterschied in der Anpassungsfähigkeit des Sehorgans bei dunkelfarbigen und hellfarbigen Menschen weist aber auf tieferliegende typologische Verschiedenheit hin. Tatsächlich ergab die typologische Untersuchung eine einfache Beziehung der Rot- und Grünsichtigkeit zu der von E. R. Jaensch und seinen Mitarbeitern vertretenen Typologie, die den integrierten und desintegrierten Grundtypus unterscheidet. Der erstgenannte Typus ist gekennzeichnet durch die gegenseitige Durchdringung und Abhängigkeit der psychophysischen Funktionen voneinander und von der Gesamtpersönlichkeit, hingegen zeigt die desintegrierte Struktur Getrenntsein und relative Selbständigkeit der einzelnen Funktionen; dem Integrierten ist relativ hohe Plastizität, Labilität und Anpassungsfähigkeit eigen; im innigeren Kontakt mit der Umwelt lebend als der Desintegrierte, wird er von dieser auch stärker beeinflußt, zum Wesen des Desintegrierten gehört Konstanz und geringe Beeinflußbarkeit durch von außen kommende Einwirkungen. Diese tiefgreifenden typologischen Unterschiede, die sich am eindringlichsten in den höheren und mittleren Bereichen der psychophysischen Persönlichkeit (Wahrnehmung und Vorstellung) zeigen, finden wir aber auch in den tieferen, ja sogar physiologischen Schichten. Die typologische Untersuchung unserer rotsichtigen und grünsichtigen Vpn. ergab, daß die überwiegende Mehrzahl der Rotsichtigen die charakteristischen Merkmale der integrierten Struktur hat, die Grünsichtigen aber vorwiegend dem desintegrierten und dem diesem nahestehenden rein nach innen integrierten Typus (J_3) zuzurechnen sind (Menschen mit vorwiegend desintegrierter Struktur und solche mit reiner Integration nach innen wollen wir im folgenden kurz als Desintegrierte bezeichnen, ohne auf feinere typologische Unterschiede einzugehen).

Wir erkennen auch hier auf einer verhältnismäßig elementaren Schicht des Seelischen, im Gebiet der Farbenempfindung, die typologischen Eigentümlichkeiten der Gesamtpersönlichkeit wieder. Die Plastizität und Anpassungsfähigkeit des Integrierten in bezug auf seine Umwelt zeigt sich bei den Rotsichtigen in der Einstellung des Sehorgans und der Farbenempfindung auf

die Lichtverhältnisse der Umgebung. Wenn im Sommer bei direkter Sonnenstrahlung, in der das langwellige Licht vorherrscht, das Auge des Integrierten diese Strahlung gut auswertet, sich im Winter aber bei stärkerem Vorherrschen des kurzwelligen Lichts auf dieses einstellt, so sehen wir darin eine zweckmäßige Reaktion, die auf optimale Ausnutzung der Lichtverhältnisse der Umwelt für das Sehorgan gerichtet ist. Die geringere Plastizität und Umstellungsfähigkeit des Desintegrierten zeigt sich im Bereiche des Farbensinns als Konstanz in der Auswertung des Lichtes seitens der Grünsichtigen; bei diesen Menschen ändert sich die Einstellung der R.Gl. nur wenig, ihr Sehorgan ist auf relative Empfindlichkeit für die kurzwelligen Strahlen des zerstreuten Tageslichts eingestellt und paßt sich dem Sonnenlicht nur wenig an. Mit der typologischen Einordnung der Rot- und Grünsichtigen soll natürlich nicht behauptet werden, daß in jedem einzelnen Falle Integration mit hoher Empfindlichkeit für langwelliges und Desintegration mit Empfindlichkeit für kurzwelliges Licht verknüpft sei. Wenn auch im allgemeinen beim stark Integrierten die Durchdringung der Funktionen sich auf alle Schichten des Seelischen erstreckt, so schließt das nicht aus, daß diese oder jene einzelne Funktion von der Gesamtheit der übrigen abgespalten sein kann; es gab unter unseren „hellfarbigen" Vpn. solche, bei denen die Integration im optischen Gebiet fehlte, obwohl sie sonst überall nachweisbar war. Wir fanden unter unseren Vpn. auch Intgrierte, bei denen im Sommer keine erhebliche Zunahme der relativen Rotempfindlichkeit festzustellen war, da sie sich infolge ihrer Berufstätigkeit meistens in Innenräumen aufhielten; setzten sie aber ihren Körper dem Sonnenlicht aus, z. B. beim Sport, so machte sich schon nach wenigen Tagen starke Pigmentbildung der Haut und Zunahme der relativen Rotempfindlichkeit bemerkbar.

Es sei nun noch eine Reihe weiterer Untersuchungen erwähnt, die für die Bestätigung unserer Folgerungen aus den bisherigen Ergebnissen wichtig sind.

Im August 1929 untersuchten wir mit der R.Gl. am Anomaloskop 50 Reichswehrsoldaten des hiesigen Ausbildungsbataillons, wobei wieder auf Haarfarbe, Augenfarbe und Pigmentbildung der Haut geachtet wurde. Tab. 20 enthält die Versuchsergebnisse.

Tabelle 20

(Reichswehrsoldaten)

Vp.	Augenfarbe	Haarfarbe	Hautfarbe	Einstellung der R.Gl.
Bld.	blau	blond	braun	66
Schl.	„	„	mittel	62
Schn.	braun	„	braun	63
Schu.	blau	hellblond	hell	67
Scht.	braun	dkl.blond	braun	61
Bo.	blau	blond	hell	64
Ha.	„	„	„	64
Schl.	„	hellblond	„	68
Ro.	grau	braun	dkl.braun	59
Neu.	„	„	braun	62
Hl.	braun	schwarz	„	57
Jo.	„	blond	„	61
Ott.	„	„	mittel	61
Bar.	blau	„	hell	63
Gö.	„	„	mittel	64
Ez.	„	„	hell	67
Schm.	braun	braun	mittel	65
Bu.	„	dbl.blond	„	61
Si.	hellgrau	braun	hell	64
Fer.	grau	blond	„	65
Sö.	blau	hellblond	„	67
We.	grau	dkl.blond	mittel	61
Me.	braun	„	„	63
Be.	„	blond	„	61
Hen.	grau	„	hell	62
Schu.	blau	„	„	64
Di.	„	„	„	66
Mo.	braun	braun	braun	60
Wa.	„	„	dkl.braun	56
Rö.	hellblau	blond	hell	63
Lau.	grau	„	„	67
Wi.	braun	„	„	65
Ro.	grau	„	mittel	66
Wi.	blau	hellblond	hell	67
Bei.	„	rötl.blond	„	68
Be.	braun	schwarz	„	66
Hee.	„	braun	„	66
Ka.	„	„	„	61
Jae.	blau	hellblond	„	65
Hes.	„	blond	„	67
Pi.	„	„	„	65
Scha.	„	hellblond	„	70
Sche.	„	„	„	67
Ach.	braun	dkl.braun	braun	63
Schm.	grau	blond	mittel	61
Boll.	braun	„	„	65
Glei.	grau	„	hell	68
Rei.	blau	„	„	67
Schm.	braun	braun	braun	60
Sei.	„	schwarz	hell	64

Wir vermuteten zunächst, daß unter den Soldaten infolge ihrer sportlichen Betätigung im Freien relativ starke Empfindlichkeit für Rot häufig sein würde. Nach Tab. 20 ist dieses aber keineswegs der Fall. Unter den 50 untersuchten Soldaten fanden sich nur 3 rotsichtige. Auch mittlere Einstellungen am Anomaloskop waren verhältnismäßig selten; 23 Einstellungen fielen auf 65 und höhere Zahlen, bekunden also besonders starke Grünsichtigkeit. Wir konnten im November noch einmal einen großen Teil dieser Vpn. untersuchen und fanden fast die gleichen Zahlen wie im Sommer. Eine Sonnenanpassung hatte also nicht stattgefunden. Nach Aussage des Herrn Oberstabsarztes Dr. Wissemann, der bei unseren Feststellungen zugegen war, stellt der Soldatenberuf eine Auslese in typologischer Hinsicht dar; es melden sich zu ihm vorwiegend junge Männer mit konstantem, wenig veränderlichem Wesen, die also nach unserer Terminologie als Desintegrierte zu bezeichnen sind. Wir finden somit auch hier die Beziehung zwischen Farbensinn und Gesamtpersönlichkeit bestätigt.

Eine weitere Beziehung individueller Unterschiede des Farbensinns zur psychophysischen Typologie ergibt sich, wenn man auch geopsychische Momente ins Auge faßt. Die bisherigen typologischen Untersuchungen des Marburger Psychologischen Instituts haben gezeigt, daß der desintegrierte Typus hauptsächlich im Norden, der integrierte mehr im Süden und Westen unseres Vaterlandes verbreitet ist. Nun finden wir aber gerade im Norden Deutschlands meist hellfarbige Menschen, die sich ja nach unseren Feststellungen als vorwiegend grünsichtig erwiesen, während im Süden und Westen Dunkelfarbige vorherrschen, die wir im allgemeinen rotsichtig fanden. Von dieser Erwägung ausgehend, daß sich auch geopsychische Faktoren im Bereiche des Farbensinns geltend machen, untersuchten wir mit der R.Gl. am Anomaloskop im Sommer 1929 etwa 300 Bewohner des Kreises Wittgenstein in Westfalen und verglichen die dort erhaltenen Ergebnisse mit den hier in Marburg gewonnenen. Als Vpn. benutzten wir die Schüler der Berufsschule Berleburg und der oberen Klassen von Volksschulen sowie zahlreiche Erwachsene aus den Dörfern des Kreises. Die Tabellen 21—23 enthalten einen Teil unserer Versuchsergebnisse. Tabelle 24 gibt die Einstellungen von

zehn 14jährigen Kindern aus der Zigeunerkolonie bei Berleburg (Tabellen s. S. 197 ff.).

Aus der Vergleichung der Zahlen der Tabellen 21—23 mit denen der Tabellen 1—12 erhellt, daß die Bewohner des Kreises

Tabelle 21

(Berufsschule Berleburg)

Vp.	Augenfarbe	Haarfarbe	Hautfarbe	Einstellung der R.Gl. Sommer	Winter
W. B.	braun	braun	hell	64	66
A. K.	blau	blond	„	66	66
G. S.	„	„	„	67	67
G. G.	braun	braun	„	64	65
G. B.	„	„	braun	64	67
F. K.	blau	blond	mittel	64	65
F. W.	braun	braun	braun	62	64
W. M.	„	blond	hell	67	66
H. K.	„	braun	mittel	64	65
E. A.	blau	blond	hell	67	67
H. M.	„	hellblond	„	67	67
H. B.	grau	blond	„	67	68
A. M.	braun	braun	mittel	66	66
W. B.	„	„	„	65	—
A. H.	blau	„	braun	64	66
W. W.	grau	blond	mittel	65	—
W. B.	„	braun	hell	66	—
G. T.	braun	blond	„	66	68
K. W.	grau	braun	„	67	67
H. S.	blau	dkl.blond	braun	62	—
K. S.	„	„	dkl.braun	61	—
F. W.	grau	blond	hell	68	68
K. F.	blau	„	„	65	68
F. W.	„	„	„	66	67
E. K.	braun	braun	braun	62	63
K. B.	grau	„	hell	67	67
H. S.	braun	blond	„	67	68
K. W.	„	„	„	67	67
F. M.	blau	braun	„	65	—

Wittgenstein im allgemeinen für Rot relativ unempfindlicher, für Grün aber empfindlicher sind als unsere Vpn. in Marburg. Nach unserer früheren Festlegung der „Normaleinstellung", die allerdings an unseren hiesigen Vpn. orientiert ist, müssen wir die Vpn. aus dem Kreis Wittgenstein fast alle als grünsichtig bezeichnen.

Nur bei den Zigeunerkindern fanden wir stärkere Auswertung des Rot. Gleichzeitig mit unseren anomaloskopischen Feststellungen nahmen wir auch typologische Untersuchungen vor. Diese

Tabelle 22

(Volksschule Raumland, Klasse I)

Vp.	Augenfarbe	Haarfarbe	Hautfarbe	Einstellung der R.Gl.	
				Sommer	Winter
W. S.	blau	blond	hell	63	66
H. S.	„	hell	mittel	64	44
M. Z.	„	hellblond	braun	64	66
H. W.	grau	blond	hell	65	65
H. K.	blau	rötl.blond	„	65	66
E. G.	„	hellblond	„	65	65
T. L.	„	braun	mittel	62	64
L. K.	grau	„	„	62	64
E. S.	hellblau	hellblond	hell	65	65
H. L.	„	blond	„	65	65
H. W.	blau	braun	braun	62	67
K. M.	hellblau	hellblond	hell	64	65
H. D.	grau	braun	„	65	65

Tabelle 23

(Landwirte und Landwirtschaftsgehilfen)

Vp.	Augenfarbe	Haarfarbe	Hautfarbe	Einstellung der R.Gl.	
				Sommer	Winter
H. L.	grau	blond	hell	65	67
F. L.	braun	„	„	65	66
C. L.	„	„	mittel	66	67
A. K.	blau	rötl.blond	hell	64	64
K. K.	braun	schwarz	„	63	—
Ch. L.	„	grau	mittel	63	63
L. R.	hellblau	blond	hell	66	67
A. L.	blau	„	braun	63	65
H. P.	„	„	hell	68	68
W. E.	braun	„	„	68	68
H. B.	blau	„	braun	63	—
R. B.	„	„	hell	69	69
F. H.	„	„	mittel	68	68
H. H.	„	„	braun	65	—
F. I.	„	„	mittel	67	—
A. S.	„	„	hell	66	66
L. F.	braun	braun	braun	62	65
S. F.	„	blond	mittel	63	65

ergaben, daß unter den Bewohnern des Kreises Wittgenstein der desintegrierte Typus durchaus vorherrschend ist; die Menschen dieser Gegend sind verschlossen, wenig lebhaft, bedächtig und reagieren nur schwach auf ihre Umwelt. Künstlerische Begabung findet man selten, mathematisch-technische Fähigkeiten häufiger; unter den Kindern ist die eidetische Anlage wenig verbreitet. Diese Menschen zeigen darum auch nur geringe oder gar keine Anpassung an das Sonnenlicht, obwohl sie sich täglich infolge ihrer landwirtschaftlichen Betätigung im Freien aufhalten und unsere Untersuchungen gerade im Juli und August bei sonnigem Wetter stattfanden.

Tabelle 24
(14jährige Zigeunerkinder)

Vp.	Augenfarbe	Haarfarbe	Hautfarbe	Einstellg. d. R.Gl. Sommer
L. J.	braun	schwarz	dkl.braun	60
O. S.	hellgrau	blond	braun	66
H. M.	braun	schwarz	dkl.braun	59
A. M.	„	„	„	61
K. J.	„	braun	„	60
R. L.	„	blond	mittel	65
F. S,	„	schwarz	braun	60
H. J.	„	„	dkl.braun	55
L. J.	„	„	braun	60
E. J.	„	„	dkl.braun	59

Über die geographische Verbreitung des integrierten und desintegrierten Typus sind zwar bis jetzt noch keine eingehenden statistischen Erhebungen veranstaltet worden, immerhin läßt sich aber auf Grund des vom hiesigen Psychologischen Institut bearbeiteten Materials und der zum Teil noch unveröffentlichten völkerpsychologischen Untersuchungen Professor E. R. Jaenschs mit Sicherheit feststellen, daß der desintegrierte Typus im Norden Europas, und zwar in Norddeutschland, England und den skandinavischen Ländern, der integrierte Typus in südlichen Gegenden, wie in Südwestdeutschland, Österreich und den romanischen Ländern vorherrschend ist. Nun sind aber die Wohnsitze der integrierten Menschen warme, sonnige Gegenden, die desintegrierten dagegen sind mehr in den kälteren, nebligen und niederschlagsreichen Gebieten anzutreffen.

Auf Grund dieser und anderer Erwägungen, die hier nicht weiter erörtert werden sollen, kommt E. R. Jaensch zu der Ansicht, daß der integrierte Typus Sonnenanpassung ist.[1] Unsere Untersuchungen, die ja den Nachweis der Sonnenanpassungsfähigkeit des Integrierten erbrachten, stehen mit dieser These Jaenschs im besten Einklang.

Die verhältnismäßig gute Auswertung des langwelligen Lichtes in Jahreszeiten intensiver Sonnenstrahlung seitens des Integrierten und seine Umstellung auf kurzwelliges Licht, wenn dieses vorherrscht, — eine Erscheinung, die wir in Parallele setzen können zu der gesteigerten Adaptationsfähigkeit des Integrierten[2] —, richtet sich auf optimale Ausnutzung der jeweiligen Lichtverhältnisse der Umgebung und ist darum als eine zweckmäßige Reaktion anzusehen. Auf Zwecke gerichtete Tendenzen sind aber charakteristisch für alles organische Geschehen. E. R. Jaensch sagt daher mit Recht[3]: „In der integrierten und desintegrierten Struktur spiegelt sich kein geringerer Unterschied als derjenige zwischen dem organischen und anorganischen Geschehenstypus."

III. Kapitel
Die Rayleighschen Anomalien

§ 1. Allgemeines

Die bisherigen Erörterungen bezogen sich auf die individuelle Verschiedenartigkeit der Lichtauswertung. Es wurde die relative Empfindlichkeit für lang- und kurzwelliges Licht verglichen, ihre absolute Größe kam dabei nicht in Betracht, wird aber für die weiteren Ausführungen von Bedeutung sein. Diese beschäftigen sich mit solchen Individuen, die zwar nicht als farbenblind, wohl aber als farbenschwach anzusehen sind. Nach Koellner[4] gibt es alle Grade des Farbensinns vom

[1] E. R. Jaensch, Studien zur Psychologie menschlicher Typen. Leipzig 1930, XIII und Grundformen menschlichen Seins, Leipzig 1930.

[2] W Walker, Über die Adaptationsvorgänge der Jugendlichen usw. in „Grundfragen der Farbenpsychologie". Leipzig 1930.

[3] E. R. Jaensch, Studien zur Psychologie menschlicher Typen, IX.

[4] Koellner, Die Abweichungen des Farbensinns. Handbuch der normalen und path. Physiologie. Berlin 1929. 12. Bd., 1. Hälfte, S. 511.

normalen Verhalten bis zur Farbenblindheit. Bei jeder größeren Massenuntersuchung mit dem Anomaloskop findet man einzelne Personen, die durch eine besonders abweichende Einstellung der R.Gl. auffallen. Will man nun die farbenschwachen (gewöhnlich als Rayleighsche Anomale bezeichnet) als besondere Gruppe von den Farbentüchtigen abtrennen, so müssen sie durch ein möglichst vielen unter ihnen gemeinsames Merkmal charakterisiert werden. Da wir bezüglich der R.Gl. keine scharfe Grenze zwischen Farbentüchtigen und -schwachen feststellen konnten, wählten wir den gesteigerten Simultankontrast des Anomalen, den Nagel als Mittel zur Diagnostizierung anomaler Systeme empfiehlt.[1] Stellt man am Anomaloskop auf dem oberen Felde Rot ein, so erscheint dem Anomalen das untere Feld grün, während es vom Normalen gelb gesehen wird. Auf diese Weise konnten wir bei Massenuntersuchungen in Schulen und Hörsälen die Rayleighschen Anomalen leicht ausfindig machen. Bekanntlich scheiden sie sich hinsichtlich der R.Gl. in zwei Gruppen: die Grünanomalen (mit relativ hoher Rotempfindlichkeit) oder Deuteranomalen und die Rotanomalen (mit relativ hoher Grünempfindlichkeit) oder Protanomalen.

§ 2. Die Deuteranomalie

Tabelle 25 enthält die Einstellung der R.Gl. deuteranomaler Vpn. am Anomaloskop. Die Helligkeit des Natriumgelb ist nicht angegeben, da sie von der des Normalen kaum abweicht und für das weitere ohne Belang ist (Tab. 25 s. S. 203).

Bei den Deuteranomalen dieser Tabelle kommen also alle Einstellungen der R.Gl. von 10 bis 59 vor, eine scharfe Grenze zwischen ihnen und den Rotsichtigen unter den Farbentüchtigen liefert die R.Gl. nicht; einzelne Farbentüchtige weichen sogar stärker von der „Normaleinstellung“ ab als Deuteranomale. Allerdings liegen die meisten Einstellungen der Deuteranomalen um Teilstrich 35 herum und die Zahl der Übergangsstufen ist klein. Im Gegensatz zu der verhältnismäßig scharfen Einstellung normaler Vpn. zeigt sich bei jedem Deuteranomalen

[1] Nagel, Über typische und atypische Farbensinnstörungen, Anhang. *Z. f. Sinnesphysiol.* **43**, S. 312.

eine gewisse Schwankungsbreite der R.Gl. Das Intervall, innerhalb dessen die Mischung verändert werden kann, ohne daß die Gleichung gestört wird, beträgt im Minimum 5, im Maximum 35 Teilstriche und kann als Maß der Unterschiedsempfindlichkeit für Natriumgelb gelten. Diese ist demnach stets geringer als die der Normalen, bei welchen Schwankungen von 5 Teilstrichen sehr selten vorkommen.

Als Maß der absoluten Farbenempfindlichkeit des Anomalen bestimmten wir am Farbkreisel die Ebenmerklichkeitsschwellen für reines Rot, Gelb, Grün und Blau. Zunächst wurde für jede dieser Farben ein gleich helles Grau ausgesucht. Die farbigen und grauen Kreisscheiben hatten einen Durchmesser von 12 cm. Die Vp. saß in 1,50 m Abstand vor dem Farbkreisel, der in einem vom Tageslicht gut beleuchteten Zimmer mit grauen Wänden aufgestellt war. Dem Grau der Scheibe wurde allmählich durch Vergrößerung eines Sektors Farbe zugemischt, bis die Vp. die Farbigkeit der Mischung, die mit einem gleich hellen Grau eines zweiten Kreisels verglichen werden konnte soeben wahrnahm. Die Schwellenbestimmung konnte äußerer Umstände wegen nicht bei allen Vpn. der Tabelle 25 durchgeführt werden. Die drei ersten Vpn. der Tabelle 26, in der die Größe der Ebenmerklichkeitsschwelle in Winkelgraden des farbigen Sektors angegeben ist, haben normalen Farbensinn, die übrigen sind deuteranomal.

Die Zahlen der Tabelle 26 dürfen nicht ohne weiteres einzeln miteinander verglichen werden, da der Wechsel des Tageslichts, der zwar nach Möglichkeit vermieden wurde, vielleicht nicht ohne Einfluß war. Immerhin zeigen aber diese Schwellenbestimmungen, daß die absolute Grünempfindlichkeit des Deuteranomalen im Vergleich mit der des Farbentüchtigen erheblich herabgesetzt ist. Auch in bezug auf die übrigen bunten Farbenqualitäten ist bei der Mehrzahl der Deuteranomalen Unterwertigkeit vorhanden; man kann daher mit Recht von Farbenschwäche sprechen.

Nach C. v. Hess[1] kommt nicht selten auch Überempfindlichkeit für eine Farbe vor. Wir haben in unserem Material

[1] C. v. Hess, Farbenlehre. Sonderabdruck aus „Ergebnisse der Physiologie", hrg. von Asher u. Spiro. 20. Bd., S. 21.

Tabelle 25

Vp.	Einstellung der R.Gl.	Vp.	Einstellung der R.Gl.
We.	13—36	E. H.	32—41
Schl.	28—42	K. A.	20—41
E. Kr.	30—35	F. A.	20—40
F. Kr.	30—41	Th. Si.	40—46
P. S.	38—50	W. Ri.	16—35
E. We.	31—51	O. Kl.	39—46
W. We.	40—46	E. Kn.	29—42
H. Sp.	40—56	H. Mü.	29—36
E. Sp.	36—44	H. Be.	27—33
G. Ma.	10—32	Hey.	15—42
E. Di.	34—39	E. D.	34—42
K. Mü.	53—59	Coe.	50—58
Feu.	31—40	Kno.	44—51
Schür.	44—58	Se.	40—46
Js.	25—36	Ben.	27—43

Tabelle 26

Vp.	Farbschwelle für			
	Rot	Grün	Gelb	Blau
R. D.	12°	18°	16°	11°
L. Sp.	18	25	30	15
A. Li.	18	23	24	14
Be.	60	145	55	60
H. Mü.	28	170	32	26
E. Kn.	32	122	36	54
E. Kr.	20	130	60	115
G. Ma.	12	115	35	56
P. Sp.	62	145	45	45
W. Wel.	20	150	90	60
E. Wel.	15	115	80	60
E. D.	25	84	55	35
We.	28	105	36	24
Schli.	18	65	45	35
Mü.	12	38	24	25
H. Sp.	36	70	24	18
E. Sp.	34	92	28	25
Hey.	24	58	36	48
Dil.	16	44	28	36
Schä.	30	55	45	35

keinen Fall dieser Art finden können. Hinsichtlich des Grades der Empfindlichkeit für die einzelnen Farben und der Einstellung der R.Gl. herrscht unter den Deuteranomalen große Mannigfaltigkeit. Die Abweichung der R.Gl. kann sowohl durch Unterwertigkeit der Grünempfindlichkeit allein als auch verschieden ausgeprägte Schwäche der Rot- und Grünempfindung bedingt sein. Nach Tschermak [1] soll stets Rotsichtigkeit („Rotlichtsichtigkeit") mit Gelbsichtigkeit, Grünsichtigkeit mit Blausichtigkeit verknüpft sein. Das gilt nach unseren Feststellungen für die Farbentüchtigen ohne Einschränkung, trifft aber nicht für alle Deuteranomalen zu, unter denen wir sowohl relativ Gelbsichtige und Blausichtige als auch solche mit „Normaleinstellung" fanden. Somit muß angenommen werden, daß es sich bei der Farbenschwäche und der Rot-Grüngleichheit, wie sie sich in der abweichenden Einstellung der R,Gl. zeigt, um zwei an sich getrennte Erscheinungen des deuteranomalen Farbensystems handelt.

G. E. Müller [2] führt die Anomalie auf äußere Alteration zurück; wenn einer der drei „Primäreprozesse", die den farbigen Netzhautprozessen („Schaltprozesse") vorausgehen, alteriert ist, so sind die optischen Valenzen der verschiedenen Lichter in anderer Weise als beim normalen Auge von der Wellenlänge abhängig. Die Deuteranomalie soll auf der Alteration des „P_2-Prozesses" beruhen. Daß tatsächlich die Netzhautprozesse im deuteranomalen Auge anders verlaufen als im normalen, folgt schon aus der Abweichung der R.Gl. Auch konnte Westphal [3] nachweisen, daß bei einem Deuteranomalen die Urfarben im Spektrum eine andere Lage hatten als beim Normalen.

G. E. Müller erweiterte die Heringsche Theorie der Gegenfarben durch die Annahme sog. mehrfacher innerer Reizwerte.[4]

---

[1] Tschermak, Licht- und Farbensinn. Handb. d. norm. u. path. Physiologie, 12. Bd., 1. Hälfte. Berlin 1929. S. 356 ff.

[2] G. E. Müller, Darstellung und Erklärung der verschiedenen Typen der Farbenblindheit. Göttingen 1924, S. 180 ff.

[3] Westphal, Unmittelbare Bestimmung der Urfarben. *Z. f. Sinnesphysiol.* **44**, S. 192 ff.

[4] G. E. Müller, Zur Psychophysik der Gesichtsempfindungen *Z. f. Psychol.* **10** u. **14**.

Die chromatischen Netzhautprozesse können nur paarweise, die Farbenerregbarkeiten des Sehnerven aber einzeln ausfallen oder geschwächt sein. Um bei unseren deuteranomalen Vpn. festzustellen, ob auch Unterwertigkeit der inneren Erregungen im Sinne der Müllerschen Theorie an dem Zustandekommen der Farbenschwäche beteiligt sei, benutzten wir Nachbildversuche. Am Farbkreisel wurden zunächst mit Scheiben von 8 cm Durchmesser kurz vor jedem Hauptversuch die Ebenmerklichkeitsschwellen bestimmt. Dann verkleinerten wir den farbigen Sektor beträchtlich, so daß die deuteranomale Vp. keine Farbe mehr wahrnahm, sondern nur noch Grau sah; die Vp. fixierte jetzt die rotierende Scheibe 30 Sekunden lang, ohne zu wissen, welche Farbe dem Grau beigemischt war, blickte dann auf einen vorgehaltenen grauen Schirm und beobachtete das evtl. sich zeigende Nachbild.

Ergebnisse:

Vp. We. Die Ebenmerklichkeitsschwelle für Grün beträgt 120°, ein Grünsektor von 80° bewirkt schon ein deutlich rotes Nachbild.
Vp. E. Kn. Grünschwelle = 130°; rotes Nachbild schon von 70° Grün.
Vp. W. W. Grünschwelle = 155°; rotes Nachbild von 100° Grün.
Vp. H. Mü. Grünschwelle = 170°; rotes Nachbild von 100° Grün.
Vp. E. Kr. Grünschwelle = 130°; rotes Nachbild von 90° Grün.
Blauschwelle = 120°; gelbes Nachbild von 90° Blau.

Bei den beschriebenen Versuchen hinterließ also ein noch nicht als Farbe wahrgenommenes Grün ein rotes Nachbild. Diese Tatsache läßt sich am einfachsten im Sinne der genannten G. E. Müllerschen Theorie deuten. Es ist also anzunehmen, daß bei der Fixation der Scheibe der Grünprozeß der Netzhaut vorhanden war, die innere Grünerregbarkeit aber so sehr abgeschwächt ist, daß die Grünempfindung nicht zustandekommen konnte. Im Bereiche der anderen bunten Farbqualitäten konnten wir nur in einem Falle innere Abschwächung nachweisen (Blauschwäche bei Vp. E. Kr.). Wir untersuchten außer den genannten fünf Vpn. noch 12 andere Deuteranomale mit Hilfe von Nachbildversuchen auf Vorhandensein innerer Farbenschwäche; es waren Personen mit geringerer absoluter Grünschwäche. Bei ihnen konnte keine innere Unterwertigkeit einer Farbenempfindung festgestellt werden.

Im Falle einer inneren Grünschwäche ist zu erwarten, daß ein noch nicht wahrgenommenes Grün kontrasterregend wirkt, zumal der Simultankontrast des Deuteranomalen gesteigert ist. Wir nahmen daher gleichzeitig mit den Nachbildversuchen bei den betr. Vpn. auch Kontrastversuche vor und bestimmten den kleinsten farbigen Sektor eines Umfeldes, der ausreichte, um im Infelde den Kontrast zu erregen; wir wollen diesen Sektor als Kontrastschwelle bezeichnen. Es wurden drei Systeme von Kreiselscheiben übereinandergelegt; die Scheiben des äußeren besaßen 18 cm, die des mittleren 11,5 und die des inneren 8 cm Durchmesser. Äußeres und inneres System setzten sich aus je einer farbigen und gleichhellen grauen Scheibe zusammen und bildeten das kontrasterregende Umfeld. Das mittlere System bestand nur aus einer grauen Scheibe, von der ein 1,75 cm breiter Ring als kontrasterleidendes Infeld sichtbar war. Vor jedem Kontrastversuch wurde die Ebenmerklichkeitsschwelle an den 18-cm-Scheiben bestimmt.

Ergebnisse:

Vp. E. D. Farbe: Grün
Ebenmerklichkeitsschwelle = 80°; Kontrastschwelle = 20°.
Vp. E. Kr. Farbe Grün
Ebenmerklichkeitsschwelle = 105°; Kontrastschwelle = 25°.
Farbe: Blau
Ebenmerklichkeitsschwelle = 110°; Kontrastschwelle = 40°.
Vp. We. Farbe: Grün
Ebenmerklichkeitsschwelle = 100°; Kontrastschwelle = 20°.
Vp. E. Kn. Farbe: Grün
Ebenmerklichkeitsschwelle = 125°; Kontrastschwelle = 35°.
Vp. W. W. Farbe: Grün
Ebenmerklichkeitsschwelle = 115°; Kontrastschwelle = 18°.
Vp. H. Mü. Farbe: Grün
Ebenmerklichkeitsschwelle = 150°; Kontrastschwelle = 30°.

Bei farbentüchtigen Vpn. betrug die Ebenmerklichkeitsschwelle für Grün 20—30°; ein Grünsektor von mindestens 40° war erforderlich, um den Kontrast zu erregen. Die Tatsache, daß bei einigen Deuteranomalen die Kontrastschwelle weit unterhalb der Ebenmerklichkeitsschwelle liegt, scheint uns auch für innere Grünschwäche zu sprechen, doch betrachten wir sie nicht als unbedingt beweisend wie die Nachbildversuche, da auch beim Normalen eine noch nicht wahrnehmbare Farbe,

z. B. bei den Versuchen mit farbigem Schatten, kontrasterregend wirken kann. Die Vpn., bei denen wir innere Grünschwäche nachweisen konnten, sind nach Tabelle 26 gerade diejenigen mit beträchtlicher absoluter Grünschwäche. Wir kommen somit zu dem Ergebnis:

Bei Deuteranomalen mit erheblicher Grünschwäche ist neben äußerer Alteration auch Unterwertigkeit der inneren Grünerregbarkeit vorhanden.

Wie einleitend betont wurde, liegt uns weniger an einer physiologisch orientierten Untersuchung des Farbensinns, vielmehr wollen wir seine Beziehungen zu der psychophysischen Gesamtkonstitution des Individuums aufzudecken versuchen. Für die weiteren Erörterungen der Erscheinungen des deuteranomalen Farbensehens sind daher typologische Betrachtungen unerläßlich. Bei 22 Deuteranomalen, die uns längere Zeit zur Verfügung standen, nahmen wir typologische Untersuchungen vor; dies geschah zunächst auf Grund experimenteller Methoden in Ablehnung an die typologischen Arbeiten des hiesigen Instituts von V. Lucke[1] und H. Weil[2], weiter auch durch eingehende Unterhaltung mit der betr. Vp. über ihr Welterleben.

Wir geben hier die typologischen Feststellungen an einer Vp. wieder, deren Eigenart wir bei einem großen Teil unserer Deuteranomalen fanden.

Vp. We., 17 Jahre alt, Oberrealschüler. Schon das Äußere der Vp., insbesondere das große, beseelte, die Umwelt lebhaft beobachtende Auge läßt auf ausgeprägte Integration nach außen (J_1-Typus) schließen. An der Müller-Lyerschen Täuschungsfigur ⟩—⟨ sieht We. die mittlere 5 cm lange Linie 6,8 cm lang; stellt er sich vor, daß an den Ansatzstücken Kräfte ziehen, so dehnt sich das mittlere Stück bis zur Länge von 9 cm. Drei Kreise, von denen der mittlere kleiner als die beiden äußeren ist, werden nach kurzer Betrachtung gleich groß gesehen. Am Intermittenzapparat werden farbige Klecks-

[1] V. Lucke, Formen des integrierten Menschentypus in „Grundformen menschl. Seins". Berlin 1929. S. 197 ff.

[2] H. Weil, Sinnespsychologische Kriterien menschlicher Typen. *Z. f. Psychol.* **109**, S. 241 ff.

figuren zu Landschaften, in denen sich Tier- und Menschengestalten bewegen. Alle diese Versuche zeigen die Labilität und Plastizität der Wahrnehmungen und ihre starke Durchdringung mit subjektiven Komponenten. We. hat früher oft eidetische Phänomene gehabt, die zwar jetzt seltener sind, aber sich mit Hilfe geeigneter Vorlagen mühelos erzeugen lassen. Von einem seiner Lehrer wird er als „etwas phantastisch" bezeichnet. Sein Gefühlsleben ist stark entwickelt; er ist leicht freudig erregt, aber auch rasch deprimiert und weint häufig. Läßt man We. die Exnersche Spirale beobachten, so wird ihm bald die Bewegung unerträglich, er bekommt Angst und möchte am liebsten weglaufen; beim Aufhören der Bewegung erschreckt er, die Windungen scheinen sich weit auszudehnen, die Spirale kommt auf ihn zu, er hat das Gefühl schwindlig zu werden. Der Versuch bestätigt die schon im ganzen Wesen der Vp. erkennbare Sensibilität und ängstliche Nervosität.

Wir fanden unter 22 typologisch untersuchten Deuteranomalen 14 Personen, die wir dem J_1-Typus zuordnen können, bei den übrigen war die Integration schwächer oder auf bestimmte Teilgebiete des Seelischen beschränkt (J_2-Typus), aber in jedem Fall nachweisbar. Auffallend waren bei allen die lebhaften, deutlichen Vorstellungen und das reiche Gefühlsleben. Sensibilität und an nervöse Störung grenzende Reizbarkeit traten bei unseren mit innerer Farbenschwäche behafteten Vpn. besonders deutlich in Erscheinung. Bei einem großen Teil unserer anomalen Vpn. handelte es sich um eine schon ans Pathologische grenzende Form der Integration, die noch einer näheren Untersuchung bedürfte.

Mit der Gesamtpersönlichkeit des Deuteranomalen, die von der integrierten Struktur beherrscht ist, stehen besondere Eigentümlichkeiten seines Farbensehens in engster Beziehung, ja werden von hier aus erst verständlich. Die innige Durchdringung der psychophysischen Funktionen des Integrierten zeigt sich mit besonderer Deutlichkeit im Gebiete der Wahrnehmung und Vorstellung; seine Wahrnehmungen sind plastischer, weniger eindeutig an den Reiz geknüpft und stärker von subjektiven Anteilen beeinflußt.

Wir untersuchten den Einfluß der Vorstellung auf die Farbenwahrnehmung des Deuteranomalen. Aus einem großen

grünen Pflanzenblatt wurde ein Quadrat von $2^1/_2$ cm Seitenlänge ausgeschnitten und auf einen grauen Schirm geklebt. Auf einem zweiten Schirm befand sich ein Blättchen, dessen Form gut zu erkennen war, das ungefähr denselben Flächeninhalt hatte wie das Quadrat und in seiner Farbe und Helligkeit mit diesem übereinstimmte. Der Vp. We. werden Quadrat und Blättchen nebeneinander in der Entfernung von 4 m dargeboten; auf die Aufforderung, die Farbigkeit von Quadrat und Blatt miteinander zu vergleichen, erklärt We.: „Das Blättchen ist grün, das Quadrat blaß; man kann soeben erkennen, daß es grün ist".

Entfernung 6 m: „Das Quadrat ist noch blasser geworden, das Blättchen bleibt grün".

Entfernung 8 m: „Das Quadrat ist ganz grau, fast schwarz, das Blatt ist noch grün".

Vp. G. M. In 3 m Entfernung ist das Quadrat farbiger, in 5 m Entfernung sind beide gleich grün, in 8 m Entfernung ist das Blatt grün, das Quadrat grau.

Mit Vp. H. S. wurde der Versuch in einem kleineren Zimmer veranstaltet und die Farbigkeit der Objekte durch allmähliche Verdunkelung des Raumes vermindert.

Entfernung 3 m, helles Zimmer: „Das Blättchen enthält mehr Grün als das Quadrat". Das Zimmer wird etwas verdunkelt: „Das Quadrat ist fast schwarz, das Blättchen ist noch schön grün". Weitere Verdunkelung: „Das Quadrat ist ganz schwarz, es enthält kein Grün mehr; das Blättchen ist schwärzlicher geworden, ist aber noch deutlich grün".

Nun werden Blatt und Quadrat bei heller Beleuchtung in $^1/_2$ m Entfernung gezeigt; S. ist erstaunt, daß beide gleiche Farbe haben. Er hat vorher das Quadrat für ein blaßgrünes Papierstück gehalten, das Blatt aber als aufgeklebtes wirkliches Pflanzenblatt erkannt.

Wir nahmen denselben Versuch an den Deuteranomalen E. S. und P. S. vor. Auch diese sehen bei herabgesetzter Beleuchtung das Blatt deutlicher grün, es verliert seine Farbigkeit fast gar nicht. Sie wundern sich, wenn sie Quadrat und Blatt in der Nähe betrachten, daß sie sich so sehr getäuscht haben.

Ähnliche Versuche führten wir an den zum J_1-Typus gehörigen Vpn. E. Kr., K. Af., E. W., W. W. und Schl. aus und erhielten die gleichen Ergebnisse. Es genügte auch, wenn statt wirklicher Blätter solche aus grünem Papier ausgeschnitten und auf den Schirm geklebt wurden. Die Vpn. Schl. und H. S. erklären, daß die Form des Blattes für das Erkennen des Grün von Bedeutung sei. Alle Vpn. versichern, das Grün im Blatte „wirklich gesehen" und sich nicht bloß „gedacht" zu haben.

Um im Bereiche der anderen Farbqualitäten den Einfluß der Vorstellung auf die Wahrnehmung der Farbe zu untersuchen, ließen wir die Farbe von Mohnblüten, Glockenblumen und aus Papier geschnittenen roten, gelben und blauen Blumen mit gleichfarbigen Quadraten vergleichen. Es zeigte sich kein erheblicher Einfluß der Vorstellung, nur bei E.Kr., der eine beträchtliche Blauschwäche besitzt, ließ sich feststellen, daß blaue Blüten farbiger gesehen wurden als Quadrate, also auch hier die Vorstellung wirksam ist.

Unsere Versuche erstreckten sich auch auf Deuteranomale vom J_2-Typus. Hier zeigte sich auch bei Grün kaum ein Farbunterschied zwischen Quadrat und Blatt; ihre Wahrnehmung steht demnach weniger unter dem Einfluß der Vorstellung.

Da bei fast allen Deuteranomalen eine mehr oder weniger beträchtliche Schwäche im Grün vorliegt, müßte dieses im Vergleich mit anderen Farben ungesättigter gesehen werden. Das ist auch tatsächlich der Fall, wenn man den betr. Vpn. eine Reihe farbiger Papiere vorlegt, aus denen sie je ein grünes und ein andersfarbiges gleicher Sättigung aussuchen sollen. Vergleicht der Farbentüchtige dann zwei solcher Papiere, die dem Deuteranomalen in gleicher Sättigung erscheinen, so ist das grüne stets gesättigter. Bietet man aber dem Deuteranomalen grüne Pflanzen oder Zweige mit Blättern zur Vergleichung mit anderen Farben, so sieht er das Grün ebenso gesättigt wie diese, hier steht also seine Grünempfindung der des Farbentüchtigen nicht nach; es tritt eben die Vorstellung, beruhend auf dem Wissen um die Farbe, ergänzend zu dem schwachen, von außen stammenden Grünwert hinzu, um mit ihm zu einer Einheit zu verschmelzen. Im Bereiche der

anderen Farbqualitäten, wo die durch den äußeren Reiz bedingte Komponente zu sehr überwiegt, macht sich der subjektive Einfluß der Vorstellung kaum oder überhaupt nicht bemerkbar. Nach den Untersuchungen von E. R. Jaensch[1] über den Aufbau der Wahrnehmungswelt besteht auf frühkindlicher Entwicklungsstufe eine noch ungeschiedene Einheit von Wahrnehmung und Vorstellung, aus der diese beiden Funktionen sich erst nach und nach herausdifferenzieren. Die Grünempfindung des Deuteranomalen stellt eine solche primitive Stufe der Wahrnehmung dar. Das folgt einmal schon aus der innigen Durchdringung objektiver und subjektiver Komponenten; dazu kommt noch, daß der extrem Grünschwache bei der Wahrnehmung des Grün unter gewissen Umständen viel mehr den Eindruck einer Flächenfarbe hat, als es beim Farbentüchtigen der Fall ist. Wir boten unseren deuteranomalen Vpn. Quadrate aus gewebtem, einfarbigem Tuch dar, an dem man die einzelnen Fäden und damit die Oberflächenstruktur gut erkennen konnte. Die Entfernung zwischen Beobachter und Stoffquadrat wurde solange vergrößert, bis die Fäden nicht mehr erkennbar waren. Die Versuche fanden in einem Raum mit konstanter Beleuchtung (Tageslichtbirne) statt und erstreckten sich nur auf Vpn. mit normaler Sehschärfe.[2] Es zeigte sich zunächst, daß

[1] E. R. Jaensch, Über den Aufbau der Wahrnehmungswelt und ihre Struktur im Jugendalter. 2. Aufl. Leipzig 1927.

[2] D. h. nach den gewöhnlichen, für diese Frage vielleicht etwas zu groben Kriterien. Die früher von mir durchgeführte experimentelle Analyse des Aubert-Foersterschen Phänomens (1909) hat ja ergeben, daß in Sehschärfe und Auflösungsvermögen eine periphere und eine zentrale Komponente unterschieden werden muß. Offenbar handelt es sich auch hier, wenn auch nicht um Herabsetzung der Sehschärfe in dem gewöhnlichen Sinne der Ophthalmologie, so doch um etwas Verwandtes, vielleicht also um einen Ausfall innerhalb jener zentralen Anteile des Auflösungsvermögens. Auf jeden Fall zeigen die hier vorliegenden Untersuchungen ganz deutlich, daß die Rayleighschen Anomalien sich erst durch irgendeine noch näher zu charakterisierende Form des Ausfalls von dem Normalbereich abheben und nicht schon, wie gewöhnlich angenommen wird, durch die Rayleigsche Gleichung, die gelegentlich ja auch infolge der individuellen Differenzen des normalen Farbsinns in ganz ähnlicher Weise eingestellt werden kann. Dazu kommt, daß die bei Anomalen und auch Farbenblinden vielfach zu beobachtenden ausgesprochenen Integrationsmerkmale gewöhnlich von der normalen Inte-

bei fast allen Deuteranomalen die betr. Entfernung geringer genommen werden mußte als bei Normalen; für Rot, Gelb und Blau war der Unterschied gering, immerhin aber nachweisbar; nur für Blau ergab sich bei einigen Vpn. kein Unterschied. Für Grün aber bestanden erhebliche Abweichungen. Die Mindestentfernung, in der die Oberflächenstruktur des grünen Quadrates nicht mehr erkannt wurde, betrug für Farbentüchtige 2,40 bis 3,00 m, für Farbenschwache nur 1,20 bis 1,70 m. Vp. H. E. sagt: „Die Farbe wird geschlossen, sie füllt die ganze Fläche gleichmäßig, sobald die Fäden verschwinden." Der Deuteranomale hat also vom Grün unter gewissen, der Beobachtung ungünstigen Umständen schon den Eindruck einer Flächenfarbe, wenn der Farbentüchtige noch deutlich eine Oberflächenfarbe wahrnimmt. Wir ließen psychologisch geschulte Deuteranomale je ein grünes und rotes Papier aus einer Entfernung von 4 m durch eine Pappröhre beobachten, so daß von der Umgebung der farbigen Fläche nichts gesehen werden konnte. Sie erklärten dann, das Grün nicht gut lokalisieren zu können, es mache den Eindruck einer atmosphärischen Flächenfarbe in unbestimmter Entfernung und sei nebelartig. Das Rot dagegen wurde als eine einer Oberfläche aufliegende Farbe erkannt. Nun stellt aber die Flächenfarbe im Vergleich mit der materiell strukturierten, gegenstandsbezogenen Oberflächenfarbe ein primitiveres Farbenerlebnis dar. Diese Tatsache und die schon erwähnte Durchdringung von Empfindung und Vorstellung sprechen dafür, die Grünempfindung des Deuteranomalen als eine relativ niedere Stufe der Farbenwahrnehmung anzusehen. Diese Auffassung wird

---

gration abweichen, in irgendeiner noch näher zu charakterisierenden und vielleicht auch von Fall zu Fall verschiedenen Richtung, immer aber auf das Pathologische hin. Die Kapillaruntersuchung des Augenhintergrundes hat sich nach den Befunden von W. Jaensch bei vielen Entwicklungshemmungen und bei psychophysischen Konstitutionsanomalien der verschiedensten Art bewährt und hierbei einen positiven Befund ergeben. Der Gedanke, diese Untersuchung auch hier durchzuführen, drängt sich in diesen Fällen deshalb so besonders stark auf, weil in ihnen die unzweifelhaft vorhandene allgemeine psychophysische Konstitutionsanomalie mit irgendeinem — wenn auch noch nicht im einzelnen ganz scharf zu charakterisierenden — optischen Ausfall verbunden ist (Anmerkung von E. R. Jaensch).

noch durch eine weitere Feststellung gestützt. Viele unserer deuteranomalen Vpn., auch solche mit beträchtlicher Grünschwäche, erklären, das Grün in der Natur sei für sie besonders leuchtend, es stehe den anderen Farben an Sättigung durchaus nicht nach und wirke stark auf das Gefühl („es zieht an und kommt auf mich zu"), ja die Gefühlsbetontheit sei eine wesentliche Eigentümlichkeit der Grünempfindung. Die Integration zeigt sich hier in der innigen Durchdringung von Wahrnehmung und Gefühl; diese finden wir aber gerade im Bereiche primitiver Schichten der Wahrnehmung, der eigentlichen „Empfindung", wenn man unter dieser nicht ein rein Gegenständliches im Sinne der wissenschaftlichen Psychologie, sondern ein Gegenständlich-Zuständliches versteht, wie es der ursprüngliche Sprachgebrauch und die Romantik meinen.

Die integrierte Struktur der Persönlichkeit, die ja in mancher Hinsicht die Züge einer früheren noch verhältnismäßig undifferenzierten Entwicklungsstufe trägt, erstreckt sich also bei dem Deuteranomalen weit hinunter in die schon mehr physiologischen Schichten der Farbenempfindung.

Die nun folgenden Ausführungen befassen sich mit der Untersuchung und Messung der Helligkeits- und Farbentransformation Deuteranomaler.

Die angenäherte Farbenkonstanz der Sehdinge, die darin besteht, daß wir die Dinge der Außenwelt trotz wechselnder Beleuchtung in annähernd den gleichen Farben sehen, wodurch die gegenständliche Auffassung und Gliederung der Wahrnehmungswelt enorm gefördert wird, gründet sich darauf, daß wir Lichter, die unter dem Einfluß abnormer Beleuchtung sehen, umwerten. Die Gesamtheit aller dieser Umwertungen bezeichnen wir nach E. R. Jaensch [1] als Transformation und unterscheiden Helligkeits- und Farbentransformation.

Zur Messung der Helligkeitstransformation benutzten wir die „Beschattungsmethode".[2] Eine weiße Pappwand (100 × 60 cm)

[1] E. R. Jaensch, Über den Farbenkontrast und die sog. Berücksichtigung der farbigen Beleuchtung, in: „Grundfragen der Farbenpsychologie. S. 97 ff.

[2] D. Katz, „Die Erscheinungsweise der Farben". Erg.-Bd. 7 d. *Z. f. Psychol.* Leipzig 1911. S. 119. — E. R. Jaensch u. E. A. Mütler, Über

wird auf den hinteren Teil eines Tisches befestigt und eine dazu senkrechte Pappscheibe so aufgestellt, daß zwei gleich große Räume entstehen; in jedem derselben befindet sich ein Farbkreisel mit schwarzem und weißem Sektor. Der Kreisel K_2 blieb dauernd auf 360° Weiß eingestellt. Um von dem Wechsel des Tageslichts unabhängig zu sein, beleuchteten wir den Versuchsraum mit einer Tageslichtbirne von 75 Watt. K_2 befand sich im Schatten. Mit Hilfe des Katzschen Reduktionsschirms wurden K_1 und K_2 auf objektiv gleich helles Grau eingestellt. Dazu waren im Mittel 295° Schwarz und 65° Weiß auf K_1 erforderlich. Nimmt man noch die Weißlichkeit des Schwarzsektors (1° auf 60°) mit 5° hinzu, so ergibt sich ein objektiver Weißgehalt von 70°. In Spalte 2 der Tabelle 28 stehen die Mittelwerte der Einstellungen bei Vergleichung ohne Reduktionsschirm, in Spalte 3 die mittleren subjektiven Weißlichkeitswerte und in Spalte 4 die sog. Aufhellungsquotienten, die das Verhältnis des mittleren subjektiven zum objektiven Weißlichkeitswert angeben.

W. Walker[1] fand, daß die Adaptation und die damit in Zusammenhang stehende Transformation bei jugendlichen Integrierten ein besonders hohes Maß erreicht. Die in Tabelle 27 unter b) enthaltenen Transformationsmessungen an farbentüchtigen Jugendlichen zeigen in der Tat höhere Aufhellungsquotienten, also stärkere Berücksichtigung der Beleuchtung seitens der nach außen Integrierten (J_1-Typus). Die Deuteranomalen unter a) (ausgenommene Vp. Dil.) haben ungefähr dieselben hohen Aufhellungsquotienten. Es ist nicht zu erwarten, daß das bei jedem Deuteranomalen der Fall ist. Bekanntlich sehen manche Maler, das im Beobachten von Farben geübt sind, die Gegenstände beinahe so, wie es der Lichtremission entspricht, haben also eine sehr geringe Farbentransformation.[2] Nun sind aber gerade Farbenblinde und Farbenschwache sehr empfindlich für Helligkeitsgrade und -änderungen

---

die Wahrnehmung farbloser Helligkeiten und den Helligkeitskontrast, in: „Grundfragen der Farbenpsychologie". S. 11 ff.

[1] W. Walker, Über die Adaptationsvorgänge der Jugendlichen usw., in: „Grundfragen der Farbenpsychologie". Leipzig 1930. S. 393 ff.

[2] Vgl. E. R. Jaensch, Über Grundfragen der Farbenpsychologie. Leipzig 1930. S. 310 ff.

Tabelle 27

Vp.	mittl. Einst.	mittlerer Weißgehalt	Aufhellungsquotient
a) Deuteranomale Vpn.			
Dau.	95°	266°	3,800
He.	96	265	3,785
Dill.	130	322	3,314
H. Mü.	85	276	3,942
We.	92	269	3,842
Be.	90	271	3,871
Schä.	105	256	3,657
Schli.	104	259	3,700
b) Farbentüchtige jugendliche Vpn. vom J_1-Typus mit besonders ausgeprägter Integration.			
J. Ka.	96	265	3,785
J. O.	85	276	3,942
M. D.	88	273	3,000
L. B.	85	276	3,942
c) Farbentüchtige erwachsene Vpn. mit schwächerer Integration.			
Kas.	145	217	3,100
H. H.	124	238	3,400
R. De.	136	226	3,228
H. Bo.	142	220	3,142

Tabelle 28

Vp.	Rote Beleuchtung des Raumes		Gelbe Beleuchtung des Raumes		Grüne Beleuchtung des Raumes	
	Einstlg. d. Lampe	mittl. Entfernung d. Lampe	Einstlg. d. Lampe	mittl. Entfernung d. Lampe	Einstlg. d. Lampe	mittl. Entfernung d. Lampe
Schö.	58—66	62 cm	59—65	62 cm	60—68	64 cm
Li.	52—58	55	48—56	52	56—60	58
Sch.	15—25	20	29—35	32	36—42	39
Dau.	22—28	25	35—40	38	38—45	43
He.	20—28	24	30—36	33	28—34	31
Dil.	32—45	40	36—40	38	38—42	40
Mü.	28—36	32	24—30	27	26—34	30
Schä.	32—40	36	32—37	35	28—35	32

Die beiden ersten Vpn. der Tabelle 28 sind normal, die folgenden deuteranomal.

und benutzen oft mit Geschick Helligkeitsdifferenzen zum Unterscheiden von Farben. Vermutlich wirken besonders bei kritisch veranlagten und im Beobachten geschulten Farbenschwachen solche Erfahrungseinflüsse der Helligkeitstransformation entgegen, die ja gerade auf Ausgleich und Unmerklichwerden von Helligkeitsänderungen gerichtet ist.

Die Farbentransformation untersuchten wir an dem Farbenmischapparat des hiesigen Psychologischen Instituts. In einer Dunkeltonne befinden sich zwei senkrecht übereinander angebrachte 1 cm voneinander entfernte Mattglasscheiben (5×5 cm). Jede Scheibe kann durch zwei längs einer Skala verschiebbare Glühlampen beleuchtet werden. Zwischen Lichtquelle und Mattscheiben, die als Vergleichsfelder dienen, werden farbige Filter aus Gelatine oder Glas eingeschoben, so daß man auf jedem Felde zwei Farben, deren Intensität man durch Nähern und Entfernen der Lichtquelle ändert, mischen kann. Um geringe Intensitäten herzustellen, bringt man vor oder hinter den Farbfiltern ein Diaphragma an. Auf genaue Bestimmung von Beleuchtungsstärken, die sich wegen der verschieden dichten Farbfilter schwer durchführen läßt, kam es bei unseren Versuchen nicht an. Es soll nur das Ausmaß der Farbentransfarmation bei Deuteranomalen und Farbentüchtigen verglichen werden. Die „abnorme" farbige Beleuchtung des Raumes stellten wir mit Hilfe einer roten, grünen und gelben Glühbirne her. Als neutrales Infeld diente die untere Mattglasscheibe in der Dunkeltonne des Apparates; sie wurde nur mit farblosem Licht beleuchtet und konnte von der farbigen Beleuchtung des Versuchsraumes nicht getroffen werden. Die Helligkeit des Infeldes wurde so reguliert, daß die durch Transformation hervorgerufene Farbe dem Farbentüchtigen in der höchsten erreichbaren Sättigung erschien. Dann mischten wir mit Hilfe passend gewählter Farbfilter und durch Verschieben der zugehörigen Lampe so lange die Komplementärfarbe zu, bis das Infeld wieder farblos erschien.

Die in der vorstehenden Tabelle 28 enthaltenen Zahlen erlauben nicht, genaue Angaben über die absolute Größe der Farbentransformation zu machen; denn die Einstellung am Farbenmischapparat ist nicht scharf genug, und die für die verschiedenen Farben verwandten Filter lassen sich hinsichtlich

ihrer Durchlässigkeit nur schwer miteinander vergleichen. Zudem ändert sich mit der Verschiebung der Lichtquelle neben der Farbigkeit auch die Weißvalenz des Infeldes. Die Farbenschwäche des Deuteranomalen beeinflußte die Ergebnisse der Messung nicht, da ja die Farbe des beleuchteten Umraumes gleichzeitig im Infeld zur Aufhebung der Transformation diente. Vergleicht man in Tabelle 28 die mittleren Einstellungen der Deuteranomalen und farben-tüchtigen Vpn., so ergibt sich, daß die ersteren höhere Intensitäten der die Transformation kompensierenden Farbe benötigen als die letzteren (die Lichtquelle muß näher herangeschoben werden). Daraus folgt, daß die Farbentransformation beim Deuteranomalen stärker ist als beim Farbentüchtigen.

Auf die biologische Bedeutung dieser Tatsache soll bei der Erörterung der mit der Farbentransformation im Zusammenhang stehenden Kontrasterscheinungen näher eingegangen werden.

Zur Messung des Helligkeitskontrastes diente wieder eine aus drei Kreiselscheibensystemen bestehende Anordnung[1]; äußere und innere Scheibe aus Tuchschwarz bildeten das kontrasterregende Umfeld, das kontrasterleidende Infeld war ein 1,75 cm breiter Ring aus grauweißem Karton. Eine quadratische Scheibe (20 × 20 cm) aus dem gleichen Grau wurde als Vergleichsfeld neben dem Kreisel aufgestellt. Die durch den Kontrast vom schwarzen Umfeld bewirkte Aufhellung des Ringes wurde durch allmähliches Vergrößern eines Schwarzsektors kompensiert, bis Ring und Vergleichsfeld in derselben Helligkeit erschienen. Die Größe des Schwarzsektors bildet das Maß für den Kontrast. Die Versuche wurden zur Mittagszeit an hellen Tagen in 2 m Entfernung vom Fenster ausgeführt. Bei jeder einzelnen Messung wurden farbentüchtige Vpn. zur Vergleichung mitherangezogen.

Nach Tabelle 29 ist der Helligkeitskontrast bei 6 von 14 Deuteranomalen im Vergleich mit dem des Farbentüchtigen

---

[1] Vgl. Pretori u. Sachs, Messende Untersuchungen des farbigen Simultankontrastes. *Pflügers Archiv* **60**.

gesteigert. Wie E. R. Jaensch[1] und seine Schüler zeigten, sind Transformation und Kontrast zusammengehörige Erscheinungen, und es liegt nahe, die eine auf die andere zurückzuführen. Es hat sich gezeigt, daß die Transformation das Primäre ist. Die bei 6 Deuteranomalen gefundene Steigerung des Helligkeitskontrastes läßt sich demnach auf die erhöhte Helligkeitstransformation, wie wir sie bei den daraufhin untersuchten Deuteranomalen (mit einer einzigen Ausnahme) nachweisen konnten, zurückführen (leider konnten wir nicht bei allen Vpn. der Tabelle 29 Transformationsmessungen vor-

Tabelle 29

a) Farbentüchtige Vpn.

Vp.	Mittelwert des Schwarzsektors
L. S.	50°
R. B.	45
K. L.	52
W. Sch.	56
F. S.	55
A. H.	53
G. D.	53

b) Deuteranomale Vpn.

Vp.	Mittelwert des Schwarzsektors
Dau.	114°
Schl.	92
He.	88
Mü.	46
Dil.	48
E. Kr.	96
H. S.	45
H. K.	50
E. W.	53
W. W.	55
H. M.	52
F. Kr.	80
E. S.	45
P. S.	82

nehmen, da ein Teil von ihnen auswärts wohnt). — Daß die hohe Helligkeitstransformation des Deuteranomalen sich nicht in jedem Falle als Kontraststeigerung auswirken kann, ist folgendermaßen zu erklären: wenn auch die Transformation als Wurzel des Kontrasts anzusehen ist, muß man diesen doch eine gewisse Selbständigkeit zusprechen, schon aus dem Grunde, weil die Transformation stärker von psychischen Momenten abhängt, beim Kontrast aber periphere Faktoren mehr zur

[1] E. R. Jaensch, Über Farbenkontrast und die sog. Berücksichtigung der farbigen Beleuchtung, in: Grundfragen der Farbenpsychologie". Leipzig 1930 und O. Kroh, Über Farbenkonstanz und Farbentransformation. a. a. O.

Geltung kommen. Nun wirkt aber die Oberflächenstruktur der beim Helligkeitskontrast verwandten schwarzen und weißen Scheiben dem Kontrast entgegen, die Helligkeitsempfindungen des Deuteranomalen sind denen des Farbentüchtigen gleichwertig, und der Farbenschwache besitzt oft in der Beurteilung objektiver Helligkeiten große Übung; vermutlich betrachtet er auch Umfeld und Infeld isoliert. Diese Einflüsse müssen natürlich die Kontrastwirkung herabmindern.

Zur Messung des farbigen Simultankontrastes diente eine ähnliche Anordnung wie beim Helligkeitskontrast. Äußere und innere Scheibe aus farbigem Papier bildeten das kontrasterregende Umfeld. Dem Infeld (1,75 cm br. Ring) aus gleich hellem Grau wurde solange die Farbe des Umfeldes zugesetzt, bis die Kontrastwirkung eben kompensiert war. Der farbige Sektor des Infeldes dient als Maß des Kontrastes. An derselben Anordnung wurde auch die Größe des „Florkontrastes" ermittelt. Zu diesem Zweck spannten wir ein dünnes, fast durchsichtiges Papier in 1 cm Entfernung vor die Scheiben und ließen die Vpn. durch dieses hindurchblicken. In Tabelle 30 ist die Größe des farbigen kontrastzerstörenden Infeldsektors eingetragen. Die eingeklammerten Zahlen geben die Größe des Florkontrastes an. Die drei ersten Vpn. der Tabelle sind farbentüchtig, die folgenden deuteranomal.

Tabelle 30

Vp.	R.	Sch.	H.	Dau.
Rot	85 (155)	75 (125)	90 (165)	105 (180)
Grün	120 (190)	92 (200)	125 (195)	280 (295)
Gelb	110 (145)	108 (166)	122 (165)	156 (210)
Blau	95 (210)	98 (220)	100 (220)	140 (220)

Vp.	E. Kr.	E. S.	H. S.	H. E.
Rot	140 (210)	160 (235)	156 (198)	127 (205)
Grün	175 (230)	120 (185)	148 (175)	210 (245)
Gelb	125 (190)	125 (200)	115 (170)	148 (205)
Blau	116 (220)	138 (210)	138 (240)	132 (205

Vp.	We.	F. Kr.
Rot	164 (240)	152 (190)
Grün	166 (195)	188 (225)
Gelb	145 (210)	116 (180)
Blau	138 (195)	165 (235)

Der farbige Simultankontrast ist also, wie Tabelle 30 zeigt, im allgemeinen für den Deuteranomalen im Bereiche aller Farbqualitäten stärker als beim Farbentüchtigen; doch gibt es einzelne Farben, die hiervon eine Ausnahme bilden; es ist unter unseren Vpn. in vier Fällen das Gelb und in einem Falle Grün. Besonders auffällig ist bei einigen die sehr starke vom Grün ausgehende Kontrastwirkung.

Nach Guttmann [1] soll bei Deuteranomalen der Florkontrast fehlen. Legt man, wie Guttmann angibt, kleine graue Papierschnitzel auf einen farbigen Untergrund und überdeckt sie mit Florpapier, so soll der Farbenschwache keinen Kontrast wahrnehmen. Wir haben diesen Versuch mit 20 Deuteranomalen, auch solchen mit erheblicher Farbenschwäche, veranstaltet und stets eine Verstärkung des an sich schon vorhandenen Kontrastes gefunden. Auch Tabelle 30 zeigt die Erhöhung des Kontrastes durch Florpapier bei Deuteranomalen. Nach dieser Tabelle ist das absolute Maß des Florkontrastes beim Deuteranomalen stets höher als beim Normalen. Achtet man aber auf die Differenz zwischen gewöhnlichem und Florkontrast, so fällt auf, daß diese beim Deuteranomalen im allgemeinen etwas kleiner ist; besonders gering ist der Unterschied im Grün. Vermutlich liegt hierin die Erklärung für die von Guttmann vertretene These. Wahrscheinlich haben seine deuteranomalen Vpn. bei Auflegung des Florpapiers keine so starke Erhöhung des Kontrastes empfunden wie die normalen.

Wie schon erwähnt, führen wir den Kontrast auf die Transformation zurück; an die Stelle des abnorm beleuchteten Raumes tritt bei den Kontrastversuchen die Farbe des Umfeldes. Da die Transformationserscheinungen ausgeprägter sind als der Kontrast, muß dieser um so stärker ausfallen, je mehr die Farbe des Umfeldes in eine Beleuchtungsfarbe übergeführt wird. Das ist aber beim Florkontrast der Fall, wo das Erkennen der Oberflächenstruktur erschwert ist. Zwischen Kontrast und Transformation gibt es einen gleitenden Übergang. Wie wir schon erwähnten, hat der Grünschwache von grünen Oberflächen unter gewissen Umständen den Eindruck einer

[1] Guttmann, Untersuchungen über Farbenschwäche. *Z. f. Sinnesphysiol.* **43**. Leipzig 1909. S. 153.

Flächenfarbe, also einer farbigen Beleuchtung. Der Kontrast steht demnach an und für sich schon den Transformationserscheinungen nahe; daraus erklärt sich die Stärke der vom Grün ausgehenden Kontrastwirkung, die doch eigentlich infolge der Grünschwäche gering sein müßte; ebenso ist es verständlich, daß hier der Florkontrast gegenüber dem gewöhnlichen Kontrast nicht mehr wesentlich erhöht sein kann.

Unsere Transformations- und Kontrastversuche an Farbenschwachen bestätigen somit die von E. R. Jaensch vertretene These, daß Farbentransformation und -kontrast innerlich zusammenhängende Erscheinungen sind, der Transformation aber primäre Bedeutung zukommt.

Es sei hier noch eine gelegentliche Beobachtung erwähnt, die wir bei unseren Kontrastversuchen machen konnten. Fügt man zu einem grauen Umfelde allmählich einen farbigen Sektor hinzu und läßt auf dem Infelde den Kontrast beobachten, so wird die Farbigkeit des Umfeldes schon früher bemerkt, als es der Fall ist, wenn kein kontrasterleidendes Infeld vorhanden ist. Der farbige Kontrast erniedrigt somit die Ebenmerklichkeitsschwelle und wirkt der Farbenschwäche entgegen.

§ 3. Die Protanomalie

Die Protanomalie, die durch relative Überwertigkeit der Grün- und Unterwertigkeit der Rotempfindlichkeit gekennzeichnet ist, kommt erheblich seltener vor als die Deuteranomalie. Wir fanden bei Massenuntersuchungen mit dem Nagelschen Anomaloskop unter etwa 750 Personen 46 Deuteranomale (= 6,01 %) und nur 5 Protanomale (= 0,67 %). Beide Formen der Anomalie haben eine Reihe von Eigentümlichkeiten gemeinsam, so daß unsere Fragestellung und Untersuchungsmethoden im allgemeinen bei beiden die gleichen waren.

G. E. Müller[1] erklärt die Protanomalie als äußere Alteration, und zwar ist hier die P_1-Komponente der Primärprozesse betroffen. Daß die Sehprozesse der Netzhaut beim Protanomalen tatsächlich anders verlaufen als beim Normalen, folgt schon

[1] G. E. Müller, Darstellung und Erklärung der versch. Typen der Farbenblindheit. Göttingen 1924. S. 180.

aus der abweichenden Einstellung am Anomaloskop. Tabelle 31 enthält die R.Gl. Protanomaler. Die Zahlen geben die Intensitäten in Spaltbreiten an (s. Tab. 31).

Die R.Gl. wird (nach Tab 31) vom Protanomalen nicht nur bei einer einzigen Einstellung angenommen, sie zeigt vielmehr ebenso wie beim Deuteranomalen eine gewisse Schwankungsbreite.

Tabelle 31

Vp. E. Grün Rot Gelb	Vp. Sch. Grün Rot Gelb	Vp. Be. Grün Rot Gelb
18 + 82 = 13½	13 + 87 = 11	14 + 84 = 12
20 + 80 = 15	15 + 85 = 12	20 + 80 = 15
22 + 78 = 16½	20 + 80 = 16	22 + 78 = 15
25 + 75 = 17		24 + 76 = 16½
27 + 73 = 17		26 + 74 = 17
		28 + 72 = 18

Die für die Gleichung benötigte Intensität des Gelb ist aber bedeutend geringer als beim Normalen und Deuteranomalen; sie beträgt, in Spaltbreiten gemessen, etwa die Hälfte. Daraus folgt, daß der Protanomale die roten Lichter des Spektrums verhältnismäßig dunkel sieht. Diese Eigentümlichkeit äußert sich in einer merklichen Verkürzung des Spektrums am langwelligen Ende. Ein etwa 35 cm langes Dispersionsspektrum war für Vp. E. um 6 cm, für Vp. Sch. um 4 cm verkürzt; das kurzwellige Ende sah Sch. in derselben Ausdehnung wie der Normale, E. glaubte es sogar noch weiter reichend zu sehen; jedoch ist im Bereiche des äußersten Violett die genaue Grenze der Farbigkeit wegen der im Auge auftretenden Fluoreszenz nicht mehr einwandfrei angebbar.

Aus Tabelle 31 ist ersichtlich, daß die Einstellungen der R.Gl. Protanomaler nahe an die der extrem Grünsichtigen unter den Farbentüchtigen heranreichen. Ob auch hier stetige Übergänge zum normalen Verhalten einerseits und zur Farbenblindheit andererseits existieren, konnten wir wegen der geringen Zahl der zur Verfügung stehenden Vpn. nicht feststellen. Die diesbezüglichen Angaben in der Literatur sind verschieden.

Tabelle 32 enthält die Ebenmerklichkeitsschwellen für die vier bunten Urfarben. Die Versuchsanordnung war die gleiche

wie bei den Deuteranomalen; die Zahlen geben die Größe des farbigen Sektors an, dessen Farbigkeit bei der Verhüllung mit Grau soeben wahrgenommen wurde.

Tabelle 32

Vp.	Rot	Grün	Gelb	Blau
E.	150°	60°	50°	35°
Sch.	75	42	55	30
Be.	170	115	65	48

Die Farbenempfindlichkeit des Protanomalen ist also im Vergleich mit der des Normalen herabgesetzt, besonders für Rot. Wie beim Deuteranomalen versuchten wir auch hier mit Hilfe von Nachbild- und Kontrastversuchen eine eventuelle Beteiligung der inneren Erregbarkeiten (im Sinne der G. E. Müllerschen Theorie) am Zustandekommen der Farbenschwäche festzustellen. E. bemerkt auf einer rotierenden Scheibe von 18 cm Durchmesser die Farbigkeit eines Rotsektors von 130 bis 150° soeben, hat aber schon von 100° Rot ein grünes Nachbild, von 22° Rot eben merklichen und von 35° sehr deutlichen Kontrast, obwohl auch seine Grünempfindlichkeit herabgesetzt ist. Be. bemerkt die Rötlichkeit einer Scheibe erst bei einem Rotsektor von 140 bis 170°, aber schon bei 45° tritt Kontrastwirkung ein, und von 90° bekommt er ein deutlich grünes Nachbild. Vp. Sch., der eine geringere absolute Rotschwäche besitzt, hat keine nachweisbare Schwäche der inneren Erregungen. Bei Vp. E. konnten wir die Abschwächung der inneren Roterregbarkeit noch mit Hilfe farbiger Schatten, also durch einen Farbentransformationsversuch nachweisen. Es stand hierfür im Dunkelzimmer des hiesigen Psychologischen Instituts die bekannte Heringsche Doppelfensteranordnung zur Verfügung. Wir ließen durch eine farblose und eine rote Scheibe Tageslicht in den verdunkelten Raum einfallen und regulierten die Helligkeit durch teilweises Verdecken der Scheiben so, daß auf der weißen Papierwand die 5 cm breiten „farbigen Schatten“ eines Stabes in stärkster Sättigung erschienen. E. sieht dann den objektiv vorhandenen roten Streifen nur schwach rötlich, „eigentlich nur an den Rändern farbig“. Das durch

Transformation verursachte Grün wird aber in höchster Sättigung wahrgenommen. Schwächt man durch Änderung der Helligkeit das Rot etwas ab, so wird es von E. überhaupt nicht mehr farbig empfunden. E. sieht an der Stelle noch einen schwarzen Streifen, den er als „warmen Schatten" bezeichnet. Der grüne Schatten bleibt aber so gesättigt wie vorher und wird als „schöne kräftige Farbe" empfunden. Es ließ sich auch an Versuchen mit farbigen Schatten im Bereiche aller bunten Qualitäten das verhältnismäßig hohe Ausmaß der Farbentransformation bei E. beobachten. Die induzierten Farben wurden schon als sehr kräftig und gesättigt bezeichnet, wenn sie dem Normalen noch blaß erschienen.

Die Messung der Helligkeitstransformation ergab bei Vp. E. den Aufhellungsquotienten 3,785, bei Vp. Sch., 3,700, also Zahlen, wie wir sie bei den Deuteranomalen und jugendlichen Integrierten fanden. Auch die Vergleichung der Farbentransformation der Vp. E. mit der Farbentüchtiger lieferte am Farbenmischapparat fast die gleichen Werte wie bei Deuteranomalen (Leider konnten die Vpn. Be. und Sch. äußerer Umstände wegen nicht zu diesen Messungen herangezogen werden.)

Tabelle 33 enthält die Ergebnisse der Simultankontrastmessung an Protanomalen.

Tabelle 33

Vp.	Farbe des Umfeldes:				
	Schwarz	Rot	Grün	Gelb	Blau
E.	75	152 (210)	190 (240)	125 (200)	145 (230)
Sch.	80	115	185	128	138
Be.	90	135	160	108	122

Die Versuchsanordnung war dieselbe wie bei den Deuteranomalen, die Zahlen geben wieder die Größe des farbigen Sektorts im Infelde an, der den Kontast soeben neutralisierte. Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf den Florkontrast. Vergleicht man die Werte mit den betreffenden farbentüchtiger Vpn. in Tabelle 29 u. 30, so folgt, daß Helligkeits- und Farbenkontrast des Protanomalen gesteigert sind. Vermutlich würde man aber unter einer größeren Zahl von Vpn. auch solche finden, bei denen einzelne Farben keinen erhöhten Kontrast liefern.

Die Bedeutung der Vorstellung für die Farbwahrnehmung konnten wir bei E. und Be. ebenso nachweisen wie bei manchen Deuteranomalen. Bekannte rote Gegenstände werden unter dem Einfluß der Vorstellung und des Wissens um die Farbe (Gedächtnisfarbe) farbiger gesehen. Auch hier wirkt die subjektive Komponente besonders im Bereiche der objektiv schwächsten Farbqualität (Rot).

Wir lassen Vp. E. ein blaues und rotes Papierquadrat (30×30 cm) aus einer Entfernung von 3 m beobachten und den Eindruck der Farbigkeit beschreiben. Blau wird als ausgesprochene Oberflächenfarbe, die dem Papier aufliegt, erkannt; anders ist dagegen der Eindruck des Rot; die Lokalisation ist hier schwieriger, die Farbe ist „nebelhaft und wolkig, etwas durchsichtig, man kann in sie hineinsehen". Die Struktur der Oberfläche ist nicht zu erkennen, es ist vielmehr der Eindruck raumerfüllender Farbigkeit vorhanden.

Bietet man E. auf einem Projektionsschirm farbig beleuchtete Flächen, so wird Rot gewöhnlich nicht als bunte Farbe gesehen, auch wenn es dem Farbentüchtigen schon ziemlich gesättigt erscheint. E. nennt es „warmen Schatten" und erklärt: „Rot weckt immer das Gefühl der Warmheit, auch wenn es als eigentliche Farbqualität noch nicht erkennbar ist; Grün ist dagegen mehr eine kalte Farbe. Ebenso unterscheiden sich Gelb und Blau als warme und kalte Farbe, aber nicht in dem Maße wie Rot und Grün". Auch bei Vp. Be. konnten wir ähnliches beobachten. Die Gefühlsbetontheit der Farbenempfindung, die den Vpn. besonders beim Rot deutlich bewußt ist, trägt zum Erkennen der Farbe bei, ja reicht mitunter allein aus, um das Vorhandensein einer Farbqualität festzustellen, wenn diese an sich noch unter der Ebenmerklichkeitsschwelle liegt.

Wir haben es hier wieder, vor allem beim Rot, mit einem Farbenerlebnis zu tun, das einer verhältnismäßig primitiven Stufe des Empfindens angehört; es ist darum durch Verschmelzung von Wahrnehmung, Vorstellung und Gefühl ausgezeichnet. Ähnliches gilt, wie wir zeigten, für die Grünempfindung des Deuteranomalen, aber in der Rotempfindung

des Protanomalen tritt die Gefühlskomponente noch deutlicher in Erscheinung.

Unsere drei Vpn. E. Be. und Sch. gehören dem integrierten Typus an, bei den beiden ersten zeigt sich stärkste Integration aller psychophysischen Funktionen; in ihren Wahrnehmungen hat aber die subjektive Komponente einen stärkeren Einfluß, als es im allgemeinen beim Integrierten der Fall ist. Auf E. wirkt z. B. die Rotation der Exnerschen Spirale derart, daß alle Gegenstände des Zimmers sich zu bewegen scheinen, ihre Größe ändern und beim Stillstehen der Spirale mit dieser scheinbar auf ihn zukommen oder zurückweichen, was mit einem fast unerträglichen Gefühl verbunden ist. E. sagt: „Die Bewegung der Spirale ist fürchterlich". Vp. Be. wird von seinem Lehrer als „eigenartig und phantastisch veranlagt" geschildert. Wenn er über eigene Erlebnisse berichtet, z. B. in seinen Schulaufsätzen, so sind seine Schilderungen so sehr von subjektiven Anteilen durchsetzt, daß sie wirklichkeitsfremd anmuten; auffallend ist die häufig vorkommende Kategorienvertauschung, die Anwendung von Symbolen und die Affektbetontheit seiner Erlebnisse. Sowohl bei E. als auch bei Be. sind starke Sensibilität und Anzeichen nervöser Störung vorhanden. Wenn wir beide auch noch dem J_1-Typus unterordnen, so stehen sie doch wegen des stärkeren Hervortretens subjektiver Komponenten (Vorstellung und Gefühl) in ihren Wahrnehmungen dem Synästhetiker (Projektionstypus) nahe. Bei Vpn. Sch. ist die Integration auf einzelne Gebiete, insbesondere die des Höherseelischen, beschränkt; sie zeigt sich vor allem in der künstlerischen Begabung der Vp.

Auch bei den Protanomalen ordnet sich die Struktur ihrer Farbenempfindung in die formale Struktur der Gesamtpersönlichkeit ein. Die Rotempfindung, die einer primitiven Schicht angehört, zeigt bei E. und Be. die Eigentümlichkeit der Wahrnehmung des Integrierten mit synästhetischem Einschlag, nämlich stärkere Bindung an Vorstellung und Gefühl; diese läßt sich bei Sch., wo die integrierte Struktur in den elementaren Bereichen des psychophysischen weniger hervortritt, nicht nachweisen.

Ebenso wie bei den betreffenden Deuteranomalen finden wir die „innere" Farbenschwäche, also die Schwäche der ner-

vösen Erregbarkeit, gerade bei den mit Sensibilität und leichter nervöser Störung behafteten Protanomalen.

§ 4. Zusammenfassende Betrachtung

Überblicken wir die Erscheinungen des deuteranomalen und protanomalen Farbensystems, so finden wir weitgehende Übereinstimmung; der einzige wesentliche Unterschied beider besteht darin, daß beim Deuteranomalen die Grünempfindung, beim Protanomalen die Rotempfindung hauptsächlich von äußerer und in vielen Fällen auch innerer Schwäche betroffen ist. Die Farbenempfindung des Anomalen, die insbesondere im Bereiche der stark herabgesetzten Qualitäten einer verhältnismäßig primitiven Funktionsschicht des Farbensehens angehört, ist ihrer Struktur nach nicht losgelöst von der psychophysischen Gesamtpersönlichkeit. Die unter den Anomalen vorherrschende formale Struktur des stark nach außen Integrierten (J_1-Typus) bestimmt auch die Eigenart des Farbenerlebnisses, für das innige Durchdringung von Wahrnehmung, Vorstellung und Gefühl charakteristisch ist. Bei den Anomalen, bei welchen die Integration nur auf Teilbereiche, vor allem auf die Funktionen des Höherseelischen beschränkt ist, (J_2-Typus), fehlt auch die integrierte Struktur des Farbenerlebnisses, das hier eindeutiger von den physikalischen Reizen und rein physiologischen Faktoren abhängig ist.

Wir benutzten zur Diagnostizierung der Anomalien den gesteigerten Simultankontrast. Unsere Untersuchungen haben gezeigt, daß die Kontraststeigerung des Anomalen sich einer umfassenderen Erscheinung einordnet, nämlich der erhöhten Helligkeits- und Farbentransformation, in der wir eine für das farbenschwache Individuum zweckmäßige Einrichtung erblicken. Helligkeits- und Farbenempfindung sind auf das Erkennen der Umwelt und insbesondere ihrer gegenständlichen Gliederung gerichtet. Der Farbenschwache ist dem Farbentüchtigen gegenüber im Nachteil; aber in der gesteigerten Helligkeits- und Farbentransformation, die infolge der durch sie bewirkten angenäherten Farbenkonstanz der Sehdinge, die die gegenständliche Wahrnehmung der Außenwelt fördert, ja erst ermöglicht, besitzt er einen Ausgleich seiner mangelhaften Gesichtsempfindung. Es zeigt sich hier wieder die im Bereiche des Organischen

häufige Erscheinung, daß die Natur auf verschieden hohen Stufen der Entwicklung übereinstimmende Aufgaben mit ganz verschiedenen Mitteln löst. Allerdings ist der Bereich der Zweckmäßigkeit der Transformations- und Kontraststeigerung des Anomalen, wie bei primitiven Einrichtungen in der Regel, ein beschränkter; das zeigt sich darin, daß der gesteigerte Kontrast zu Täuschungen über die wirklichen Umweltverhältnisse führen kann. Wenn z. B. dem Anomalen ein gelbes Feld neben einem roten zu Gesicht kommt, so erscheint das erstere infolge der vom Rot ausgehenden intensiven Kontrastwirkung grün. Demnach verursacht hier die bezüglich der dinglichen Wahrnehmung zweckmäßige Einrichtung der Transformations- und Kontraststeigerung eine Wirklichkeitsfälschung, ist also infolge der einseitigen Verfolgung eines bestimmten Zweckes in anderer Hinsicht unzweckmäßig. Es gibt eben keine vollkommene Zweckmäßigkeit.

IV. Kapitel

Die singulare innere Farbenblindheit

Als singulare innere Farbenblindheit bezeichnet G. E. Müller[1] solche Fälle, in denen eine der bunten Urfarben nicht empfunden wird. Nach seiner Theorie handelt es sich dabei um den Ausfall einer inneren Erregbarkeit, da die Netzhautvorgänge (Rotgrün- und Gelbblau-Prozeß) als paarweise zusammengehörige chemische Prozesse nur paarweise ausfallen können. G. E. Müller fand in einem solchen Fall (Prof. Schumann[2]), daß die innere Grünerregbarkeit und damit auch die Grünempfindung vollständig fehlte, die anderen Urfarben aber gesehen wurden. Wir fanden unter unseren farbenuntüchtigen Vpn. vier Fälle, die wir als singulare innere Farbenblindheit bezeichnen möchten, und sehen in ihnen Übergangsstufen von den Deuteranomalen zu den Deuteranopen (= Rotgrünblinde mit innerem Ausfall

[1] G. E. Müller, Darstellung und Erklärung der verschiedenen Typen der Farbenblindheit. Göttingen 1924, S. 23.

[2] G. E. Müller, a. a. O. S. 23 ff. — F. Schumann, Ein ungewöhnlicher Fall von Farbenblindheit. Bericht über den I. Kongreß für experimentelle Psychologie in Gießen, 1904. S. 10.

der Rot- und Grünempfindung); im weiteren Verlauf unserer Erörterung wird diese Auffassung näher begründet werden.

Wir beschreiben zunächst ein Farbensystem, das der Deuteranomalie nahe zu stehen scheint. Vp. Br. stellt am Anomaloskop die R.Gl. wie ein Deuteranomaler her; die Einstellungen bewegen sich zwischen Teilstrich 18 und 40. Auf den Nagelschen Tafeln findet Br. die roten und rötlichen Punkte, allerdings nicht mit der Schnelligkeit des Farbentüchtigen, sondern erst nach aufmerksamem Betrachten; grüne und graue Punkte dagegen werden meistens miteinander verwechselt. Um festzustellen, ob für Br. neutrale (d. h. farblose) Stellen im Spektrum bzw. Heringschen Farbenkreis vorkommen, wie sie bekanntlich beim Rotgrünblinden im Rot und Grün vorhanden sind, mischten wir auf dem unteren Felde des Farbenmischapparates Spektralrot und Urblau. Das Rot wurde allmählich vermindert und Blau verstärkt, so daß nach und nach alle Farbtöne von Gelbrot über Rot, Purpur und Violett bis Blau erschienen. Br. benannte alle Farbqualitäten richtig, konnte aber die Rötlichkeit des Violett erst bei einem verhältnismäßig starken Rotzusatz erkennen. Wir mischten auch am Farbkreisel Gelb-Rot und Blau und versuchten durch Variieren der Sektoren eine dem Br. farblos erscheinende Stelle zu ermitteln; aber auch auf diese Weise war es nicht möglich. Rote Pigmentpapiere werden von Br. richtig benannt, wenn ihre Sättigung nicht zu gering ist, in letzterem Falle ist Verwechslung mit Grau oder Grün häufig. Die Messung der Ebenmerklichkeitsschwelle durch allmähliches Vergrößern eines Rotsektors am Farbkreisel ergab, daß Br. die Rötlichkeit bei 100 bis 120° Rot erkennt, während beim Normalen schon ein Rotsektor von 10—25° genügt. Auf Grund dieser Feststellungen darf mit Sicherheit angenommen werden, daß bei Br. die Rotempfindung zwar noch vorhanden, aber im Vergleich zum Farbentüchtigen schwach ist.

Wir erzeugten nun auf dem unteren Felde des Farbenmischapparates gesättigtes Grün, das noch eine Spur Gelb enthielt. Dann setzten wir allmählich Blau zu. Das obere Feld enthielt Grau und wurde vom Normalen völlig farblos gesehen, während es von Br. für schwach rötlich erklärt wurde. Hier zeigte sich also gesteigerter Simultankontrast, wie er für den

Deuteranomalen charakteristisch ist. Wir verdeckten nun die obere Scheibe und variierten die Farbe des unteren Feldes von Gelbgrün bis Blaugrün. Jetzt sah Br., wenn die Mischung dem Normalen rein grün erschien, ein völlig farbloses Grau. Sobald das obere Feld beleuchtet wurde, erschien es rot, auch bei farblos gesehenem unteren Felde. Die starke Kontrastwirkung konnte durch Vergrößern des Trennungsstreifens zwischen beiden Feldern beseitigt werden. Wenn man dann noch die Helligkeit der oberen Scheibe passend wählte, erkannte Br. die Gleichung an: Urgrün = Grau. Zu demselben Ergebnis gelangt man auch durch Mischen von Gelbgrün und Blaugrün am Farbkreisel. Hier kommt Br. zu der Gleichung: 35 bis 45° Gelb + 325 bis 315° Blaugrün = 95° Schwarz + 265° Weiß. Diese Gleichung ist für Br. aber nur unter der Bedingung richtig, daß er sich (in gut beleuchtetem Raum) in einer Entfernung von mindestens 2 m vor den 13-cm-Scheiben befindet. Beobachtet er die Scheiben aus geringerer Entfernung, so erklärt er: „Sie sind fast grau, aber doch noch etwas anders; man merkt, daß eine Farbe darin ist, doch kann man nicht angeben, welche es ist.“ Das Spektrum sieht Br. in derselben Ausdehnung wie der Normale, aber mit einem schmalen farblosen Streifen im Urgrün. Die starke Kontrastwirkung des Grün zeigt sich auch, wenn man am Farbkreisel einem grauen Umfelde etwa 20—30° Grün zusetzt; dieses wird von Br. nicht bemerkt, wohl aber sieht er das Infeld (Ring) deutlich rot. Vergrößert man den Grünsektor im Umfelde über 250°, so wird auch dieses als Grau bezeichnet. Es kann sich bei Br. nur um einen Ausfall der inneren Grünerregbarkeit handeln; anders wäre die Kontrastwirkung eines nicht gesehenen Grün schwer zu erklären. Es bleibt aber fraglich, ob Br. nicht noch eine geringe Grünerregbarkeit besitzt.

Br. gehört dem integrierten Typus an; er ist sehr sensibel, leicht erregbar und ängstlich nervös; die ihm eigene affektive Haltung erinnert an das Verhalten auf früh-kindlicher Entwicklungsstufe. Es liegt daher nahe, anzunehmen, daß auch hier der Ausfall bzw. die außergewöhnlich starke Abschwächung der inneren Grünerregbarkeit mit allgemeineren nervösen Störungen und Hemmungen zusammenhängt. Da Br. das Grün nicht als solches empfindet, wohl aber darin unter ge-

wissen Umständen eine unbestimmte Farbigkeit sieht, die er von Grau wohl unterscheidet, handelt es sich vielleicht um eine infolge Entwicklungshemmung mangelhafte Herausdifferenzierung der inneren Grünerregbarkeit.

Br., der sich der Unzulänglichkeit seiner Grünempfindung bewußt ist, erklärt, daß ihm diese doch keinesfalls fehle; Blätter und Gras erscheinen ihm in ziemlich gesättigter Farbe; handele es sich aber um Gegenstände, deren Farbe ihm unbekannt sei, so würde er Grün nicht bemerken und es mit Grau verwechseln, das Wissen, daß ein Gegenstand grün aussehe, sei für seine Grünwahrnehmung von ausschlaggebender Bedeutung. Diese Tatsachen machen es wahrscheinlich, daß zu der von außen stammenden Grünerregung, die zwar als Netzhautprozeß normal verläuft, aber irgendwo in der nervösen Leitungsbahn gehemmt oder infolge mangelhafter Entwicklung der nervösen Erregbarkeit nicht oder nur schwach zustande kommt, eine innere, rein zentral bedingte vorstellungsartige Komponente hinzutritt und aus der Verschmelzung beider dann die Grünempfindung resultiert. Die Untersuchungen von B. Herwig [1], und O. Feyerabend [2] über inneren Farbensinn sprechen sehr für diese Deutung. Ob die Grünqualität des Br., abgesehen von ihrer Schwäche, der des Farbentüchtigen gleich ist, muß dahingestellt bleiben, ist aber wahrscheinlich, da Br. sein Grün, wie er es z. B. in der Natur empfindet, zwischen Gelb und Blau im Heringschen Farbenkreis einordnet.

Das Farbensystem des Br. steht der Deuteranomalie noch verhältnismäßig nahe; es hat mit dieser die Rotgrünungleichheit bezüglich der R.Gl. und den gesteigerten Simultankontrast gemeinsam. (Nicht nur Grün, sondern auch Gelb und Blau sind stark kontrasterregend.)

Wir beschreiben nun einen zweiten Fall singularer innerer Farbenblindheit, der der Rotgrünblindheit etwas näher steht als der eben erörterte.

---

[1] B. Herwig, Über den inneren Farbensinn der Jugendlichen in „Grundfragen der Farbenpsychologie". Leipzig 1930.

[2] O. Feyerabend, Der innere Farbensinn der Jugendlichen in seiner Beziehung zu der angenäherten Farbenkonstanz der Sehdinge in „Grundfragen der Farbenpsychologie". Leipzig 1930.

Vp. R. könnte auf Grund einer Prüfung mit den Nagelschen Tafeln als rotgrünblind gelten, denn rote, grüne und graue Punkte werden miteinander verwechselt. Am Anomaloskop lassen sich, wie beim Farbenblinden, unbegrenzt viele Gleichungen herstellen; Lithium-rot, Thallium-grün sowie alle Mischungen aus beiden Farben werden dem Natriumgelb gleichgesetzt. Es gelten z. B. folgende Gleichungen: 90 Teile Rot = 27 Teile Gelb; 60 Teile Rot + 30 Teile Grün = 30 Teile Gelb; 40 Teile Rot + 50 Teile Grün = 30 Teile Gelb. 20 Teile Rot + 70 Teile Grün = 32 Teile Gelb; 90 Teile Grün = 35 Teile Gelb. Die aus diesen Gleichungen ersichtliche normale Helligkeitsverteilung im langwelligen Teil des Spektrums und die Tatsache, daß R. das Spektrum in derselben Ausdehnung wie der Normale sieht, lassen auf einen Ausfall der inneren Erregbarkeit schließen. Zwecks Ermittelung eventuell vorhandener farbloser Stellen im Heringschen Farbenkreis werden auf dem unteren Felde des Farbenmischapparates Gelbgrün und Blau gemischt. Gibt man so viel Blau zu, daß das Feld dem Normalen urgrün erscheint, so ist es für R. farblos. Beleuchtet man nun die obere Scheibe mit farblosem Licht von mittlerer Helligkeit, so sieht sie R. nicht farblos wie der Normale, sondern rot. Das Grün des unteren Feldes, das für R. völlig farblos ist, wirkt also stark kontrasterregend. Durch Grünzusatz im oberen Felde kann die Kontrastwirkung neutralisiert werden. Es kann sich also nur um einen Ausfall der „inneren" Grünerregbarkeit handeln. Auch am Farbkreisel läßt sich bei R. die neutrale Stelle im Urgrün ermitteln. Die Mischung aus 40° Gelb und 320° Blaugrün wird farblos gesehen und einem Grau aus 105° Schwarz und 255° Weiß gleichgesetzt.

Am Farbenmischapparat wird R. eine Mischung aus Gelb, Rot und Blau dargeboten. Der Blaugehalt wird allmählich vergrößert; es findet sich aber keine Einstellung, bei der das Gemisch farblos erscheint. R. benennt die betreffenden Farbtöne (Rot, Purpur, Violett) richtig. Auch am Farbkreisel ergibt sich keine neutrale Stelle im Urrot. Rote, mit Hilfe eines Projektionsapparates erzeugte Farbfelder werden von R. stets richtig benannt, falls ihre Sättigung nicht zu gering ist. Bei grünen Feldern dagegen ist er unsicher.

R., selbst Psychologe und guter Beobachter, sagt über seinen Farbensinn folgendes aus: „Blau und Gelb werden von mir deutlich wahrgenommen. Bei Grün bin ich stets unsicher; das ist für mich eigentlich keine Farbe; man nimmt es nur wahr, wenn andere Farben in der Nähe sind. Grün und Grau kann man verwechseln. Wenn Sie mir sagen würden, diese Wand sei grün, so würde ich es glauben. Bei anderen Farben ist eine Täuschung nicht möglich, auch nicht bei Rot. Eine grüne Wiese hat eigentlich keine ausgesprochene Farbe, sie ist weder gelb noch blau, sondern nur hell. Dennoch wirkt sie durch ihre Frische und lebendige Helligkeit auf mich ein. Alle Farben sind für mich stark gefühlsbetont, besonders wirkt Rot auf mich, wenn es gesättigt ist. Grün ist am wenigsten eindringlich, beim Grün der Blätter wirkt nicht die Farbe, sondern die frische Helligkeit und Lebendigkeit gefühlserregend. Rot wird von mir leicht übersehen, besonders bei entfernten Gegenständen. Diese erscheinen zunächst grau oder unbestimmt farbig; erst wenn ich ihnen besondere Aufmerksamkeit zuwende, löst sich die Rotwahrnehmung, die immer mit dem Gefühl der Warmheit verbunden ist, allmählich aus der unbestimmten Farbigkeit heraus. Auf großen Flächen kann ich Rot leichter erkennen. Es gibt für mich drei selbständige bunte Farbqualitäten: Rot, Gelb und Blau. Die Qualität, die vom Farbentüchtigen mit Grün bezeichnet wird, ist mir höchstwahrscheinlich unbekannt."

Es handelt sich bei R. um ein Farbensystem, das wir wie das des Br. als singulare innere Farbenblindheit bezeichnen müssen; es steht aber der Deuteranopie näher. Das zeigt sich zunächst in der Einstellung der R.Gl. Während aber bei Br. unter gewissen Umständen noch Spuren der Grünempfindung, die durch die Vorstellung ergänzt werden, vorhanden sind, fehlt bei R. das Grün vollständig. Die Rotempfindung ist noch schwächer als bei Br. Die Ebenmerklichkeitsschwelle für Rot liegt für R. bei 220°, wenn man sie wieder durch die Größe des Rotsektors, dessen Farbigkeit bei der Mischung mit Grau eben bemerkt wird, bestimmt. Mischt man am Farbkreisel Rot und Blau, so erkennt der Farbentüchtige schon bei 40° Rot und 320° Blau die Rötlichkeit der Mischung, die für R.

erst bei 250° Rot und 110° Blau merkbar wird. Die Schwellen für Gelb und Blau sind bei R. normal.

R. gehört dem integrierten Typus an, er reagiert leicht auf die Einwirkungen der Umwelt, hat reiches Gefühlsleben und ist leicht von Stimmungen beeinflußt. Wahrnehmung und Vorstellung zeigen innige Durchdringung. Die innere Farbenschwäche bzw. -blindheit müssen wir auch hier als eine mangelhafte Herausdifferenzierung der inneren Erregbarkeiten ansehen. Bei der Rotempfindung des R. ist dies besonders deutlich; hier wird von unbestimmter, aber stark gefühlsbetonter Farbigkeit gesprochen, die erst nach und nach ihren bestimmten Ton bekommt. Die typologischen Eigentümlichkeiten des Höherseelischen sind bei R. auch im Bereiche der Farbenempfindung nachweisbar. Farben sind eindringlicher als Formen, insbesondere beim Beobachten und Erleben der Natur. Daß die Vorstellung auch die Farbenwahrnehmung fördernd beeinflußt, läßt sich leicht experimentell bestätigen. Zeigt man R. in etwa 2,50 m Entfernung ein kleines rotes Quadrat (2×2 cm) und eine aus demselben roten Papier ausgeschnittene Tulpenblüte, die mit dem Quadrat ungefähr flächengleich ist, so erscheint die Tulpe deutlich rot, das Quadrat aber viel blasser. Wie bei Vp. Br. zu dem von außen kommenden Grünantrieb eine innere Komponente hinzutritt, so ergänzt R. seine schwache Rotempfindung durch einen zentralen Rotwert. Auch hier ist das Wissen um die Farbe ein wichtiger Faktor für das Zustandekommen der Rotwahrnehmung. So ist es erklärlich, daß R. die roten Farben der ihm bekannten Gegenstände erheblich gesättigter sieht als das Rot, das ihm mit Hilfe farbiger Papiere oder am Farbenmischapparat im Laboratorium, wo das Wissen um die Farbe wegfällt, dargeboten wird. Das in der Natur vorkommende Rot bekannter Blumen bezeichnet R. als schön gesättigt und gerade deshalb für ihn so stark gefühlsbetont. Bei den Farbqualitäten Gelb und Blau läßt sich der Einfluß der Vorstellung nicht nachweisen; hier überwiegt zu sehr die reizbedingte, objektive Komponente über die subjektive.

Das Farbensystem des R. steht der inneren Rotgrünblindheit näher als das des Br. Während bei Br. noch Spuren der Grünempfindung, die durch eine zentrale Komponente ergänzt werden, vorhanden sind, fällt bei R. die Grünempfindung voll-

ständig aus; auch seine Rotempfindung ist erheblicher geschwächt.

Als weitere Übergangsstufe zur Farbenblindheit beschreiben wir einen Fall, den wir an dem 14jährigen Volksschüler W. T. beobachteten. Leider konnte er nicht im hiesigen Psychologischen Institut untersucht werden, so daß die Herstellung von Farbengleichungen am Farbenmischapparat unterbleiben und wir uns auf Anomaloskop, Farbkreisel und farbige Tafeln beschränken mußten. Die Experimente nahmen wir mit W. T. im Konferenzzimmer der Volksschule zu Berleburg (Westf.) an hellen Tagen morgens zwischen 10 und 12 Uhr vor. Am Anomaloskop erkennt W. T., wie der Rotgrünblinde, unendlich viele Gleichungen an. Seine spektrale Helligkeitsverteilung ist normal, was wieder auf innere Farbenblindheit schließen läßt. An den Nagelschen Tafeln versagt er völlig, doch unterscheiden sich einige Punkte — es sind die gesättigt roten — von den anderen durch „besonderes Flimmern". Auf Grund dieser Feststellung urteilt W. T. dann nach längerer Überlegung, daß diese Punkte rot aussehen müßten. Wir mischen am Farbkreisel Blaugrün und Urgelb, an einem zweiten Schwarz und Weiß. W. T. stellt die Gleichung her: 40^0 Gelb + 320^0 Blaugrün = 85^0 Schwarz + 275^0 Weiß. Der Gelbsektor darf noch bis auf 65^0 vergrößert werden, ohne daß die Gleichung gestört wird. Diese Mischung wird vom Normalen urgrün gesehen; hier hat also W. T. eine neutrale Stelle. Wir mischen Spektralrot und Blau und vergrößern allmählich den Blausektor. T. bezeichnet die Mischung bei kleinem Blausektor (unter 20^0) als rot aussehend. Beträgt der Blausektor zwischen 20 und 55^0, so wird die Scheibe Blaurot genannt, bei noch weiterem Blauzusatz wird die Rötlichkeit nicht mehr empfunden. Wie man auch die Rotblaumischung und das Verhältnis des Schwarz- und Weißsektors variiert, es kommt keine Gleichung zustande, eine neutrale Stelle im Rot läßt sich nicht nachweisen. Als Ebenmerklichkeitsschwelle findet man bei T. 280^0 für Rot, 90^0 für Gelb, 18^0 für Blau. Die verhältnismäßig hohe Gelbschwelle im Vergleich zum Blau deutet auf innere Abschwächung der Gelberregbarkeit hin. Diese läßt sich durch einen Nachbilds- und Kontrastversuch direkt nachweisen. Wir mischen am Farbkreisel im Umfeld zu Grau allmählich Gelb. Beträgt die Größe

des Gelbsektors 45 bis 50°, so erscheint das Infeld deutlich blau, obwohl die Gelblichkeit des Umfeldes noch nicht bemerkt wird. Ein Gelbsektor von 60° liefert ein deutlich blaues Nachbild.

Vom Grün aus gelingt die Kontrasterregung nicht, was wegen der außerordentlichen Schwäche der Rotempfindung verständlich ist.

Der Vp. wird ein buntfarbiges Bild gezeigt mit der Aufforderung, die darauf befindlichen Gegenstände und ihre Farben zu benennen. Gelbe und blaue Farben werden sofort bemerkt und richtig benannt. Aber die in leuchtendem Rot gemalten Rosen sieht T. zuerst „grauweiß", nach einiger Zeit bemerkt er einen bläulichen Schimmer, dann tritt „lebhaftes Flimmern" ein. Endlich sieht T. die Rosen blaßrot. Er sagt: „Hätte ich gleich gewußt, daß es rote Rosen sind, dann hätte ich sie auch sofort rot gesehen."

Eine eingehende experimentelle typologische Untersuchung zeigt bei T. starke Integration. Schon das große, lebhafte, die Umwelt mit Interesse beobachtende Auge deutet auf Integration nach außen hin. T. kann mühelos eidetische Phänomene erzeugen und sieht farbige Vorlagen im Anschauungsbild farbenprächtiger als im Original. Wie sehr die Rotempfindung von seinem „inneren Farbensinn" verstärkt wird, läßt sich an der schon mehrfach erwähnten Vergleichung eines roten Quadrates mit einer gleichfarbigen, aus Papier geschnittenen Blume beobachten. T. ist sehr sensibel, leicht fröhlich gestimmt, aber auch leicht deprimiert. Farben wirken stark gefühlserregend auf ihn, besonders Gelb und Blau. Rot wirkt durch seine „Lebendigkeit". In seinem ganzen Wesen gleicht T. einem 6- bis 7jährigen Kinde; er ist zwar intelligent, hat zeichnerische Begabung, doch ist ihm abstraktes Denken fremd; seine Gedächtnisleistung gründet sich auf subjektive Anschauungsbilder.

Über seine Farbwahrnehmungen im täglichen Leben erklärt er auf eingehendes Befragen folgendes: „Beim Betrachten farbiger Gegenstände sehe ich zuerst Gelb und Blau, das sind auch meine Lieblingsfarben, ich sehe überhaupt gern bunte Farben; sie machen die Dinge lebendig und ziehen mich an. Rot übersehe ich oft; wenn ich aber weiß, daß ein Ding rot aussieht, dann sehe ich es auch sofort rot. An unbekannten Gegen-

ständen bemerke ich das Rot erst nach längerer Betrachtung. Zuerst ist ein solcher Gegenstand grau, dann fängt er an zu flimmern, das tun nur rote Farben; dann sehe ich auch das Rot. Grün und Grau ist eigentlich dasselbe. Eine Hauswand könnte ich grün oder grau nennen. Man hat sich schon über mich lustig gemacht, weil ich die Farbe eine Mauer grün nannte. Ich verstehe nicht, warum man einen Unterschied zwischen Grün und Grau macht. Die Farbe des Grases besteht aus Weiß mit schwachem Gelb darin. Rot erkenne ich manchmal nur daran, daß „etwas Lebendiges" darin steckt." Dabei W. T. die Grünempfindung ganz fehlt, die Roterregbarkeit außerordentlich schwach, auch der dem Deuteranomalen eigentümliche gesteigerte Simultankontrast nicht mehr nachweisbar ist, stellt der Farbensinn des W. T. einen der Deuteranopie sehr nahestehenden Grad singularer innerer Farbenblindheit dar.

Als vierten Fall untersuchten wir den Farbensinn eines Bruders des W. T., des 17jährigen H. T. Auch hier ergab sich völliges Fehlen der Grünempfindung und sehr erhebliche Schwäche im Rot. Hinsichtlich der sonstigen Eigentümlichkeiten seines Farbensehens und Gesamtverhaltens stimmte H. T. mit seinem jüngeren Bruder weitgehend überein.

Wir fanden noch zahlreiche Fälle, in denen farbenblinde Vpn. das Rot auf großen Flächen stets richtig benannten, doch soll nicht näher darauf eingegangen werden, da sie nicht eingehend untersucht wurden.

Fälle, in denen die innere Rot-, Gelb- oder Blauerregbarkeit fehlt, während die Grünempfindung vorhanden ist, haben wir nicht feststellen können.

Die drei von uns eingehend erörterten Beispiele singularer innerer Farbenblindheit stellen einen allmählichen Übergang von der mit innerer Farbenschwäche behafteten Deuteranomalie zur inneren Rotgrünblindheit dar. Da sich hinsichtlich der R.Gl. und des Grades der Farbenschwäche, von der die einzelnen bunten Qualitäten in ganz verschiedener Weise betroffen sind, keine scharfe Grenze zwischen Deuteranomalen und Farbentüchtigen ziehen läßt, kommen wir nach Einbeziehung der singularen inneren Farbenblindheit zu dem Ergebnis, daß es stetige Übergänge vom normalen Farbensinn zur inneren Rotgrünblindheit gibt.

V. Kapitel

Die Rotgrünblindheit

Da wir unter unseren Vpn. keinen Fall der sehr selten vorkommenden totalen Farbenblindheit und der ebenso seltenen Blaugelbblindheit feststellen konnten, beschränken sich die nun folgenden Ausführungen auf die Rotgrünblindheit (Ausfall der Rot- und Grünempfindung). Der Rotgrünblinde versagt bei der Prüfung mit den Nagelschen Tafeln vollständig, er verwechselt rote, grüne und graue Punkte und bemerkt nur Helligkeitsunterschiede. Am Anomaloskop erkennt er Gleichungen zwischen Lithiumrot oder Thalliumgrün und Natriumgelb an. Das Spektrum besteht für ihn aus einem gelben und einem blauen Teil, die durch einen schmalen farblosen Streifen getrennt sind. Die Rotgrünblinden lassen sich in zwei Gruppen mit charakteristischen Eigentümlichkeiten einordnen; diejenigen der einen Gruppe sehen neutrale Stellen im Urgrün und Urrot, Helligkeitsverteilung und Ausdehnung des Spektrums sind nicht wesentlich anders als beim Normalen; für die zweite Gruppe ist das Spektrum am langwelligen Ende verkürzt, die neutrale Stelle liegt im Blaugrün, und das Maximum der Helligkeit ist im Vergleich mit dem des Normalen etwas nach der kurzwelligen Seite hin verschoben. Die Individuen der ersten Gruppe werden als Deuteranopen, die der zweiten als Protanopen bezeichnet. Wir vermeiden die vielfach übliche, aber irreführende Bezeichnung Grünblinde und Rotblinde, da es sich bei beiden Formen um einen Ausfall der Rot- und Grünempfindung handelt. In Tabelle 34 stellen wir eine Reihe am Anomaloskop hergestellter Farbengleichungen eines Deuteranopen und eines Protanopen gegenüber (die Intensitäten sind wieder in Spaltbreiten angegeben).

Diese Farbengleichungen sind für die beiden Formen der Rotgrünblindheit charakteristisch; die Einstellungen anderer rotgrünblinder Vpn. weichen nicht wesentlich davon ab. Man erkennt aus den Gleichungen den Unterschied beider Gruppen bezüglich der spektralen Helligkeitsverteilung.

G. E. Müller[1] nimmt an, daß die Deuteranopie auf dem

[1] G. E. Müller, Darstellung und Erklärung der verschiedenen Typen der Farbenblindheit. Göttingen 1924, S. 33 ff.

Ausfall der inneren Rot- und Grünerregbarkeit beruht; da hier die spektrale Helligkeitsverteilung normal ist, verlaufen die Netzhautprozesse ohne wesentliche Störung. Für die Protanopie dagegen nimmt Müller neben dem Fehlen der betreffenden inneren Erregbarkeiten auch den Ausfall des Rot- und Grünprozesses der Netzhaut an; hierfür sprechen die Verkürzung des Spektrums am roten Ende und die abnorme Helligkeitsverteilung.

Tabelle 34

Vp. An. (Deuteranop)					Vp. W. D. (Protanop)				
Lithium-rot		Thallium-grün		Natrium-gelb	Lithium-rot		Thallium-grün		Natrium-gelb
90	+	0	=	27	90	+	0	=	12
80	+	10	=	27	80	+	10	=	17
70	+	20	=	28	70	+	20	=	25
60	+	30	=	30	60	+	30	=	32
50	+	40	=	30	50	+	40	=	40
40	+	50	=	31	40	+	50	=	48
30	+	60	=	32	30	+	60	=	53
20	+	70	=	34	20	+	70	=	70
10	+	80	=	34	10	+	80	=	78
0	+	90	=	35	0	+	90	=	80

Wir erblicken in der Unterscheidung des inneren und äußeren Ausfalls einen Vorzug, zumal sich bei den Rayleighschen Anomalen und singulär Farbenblinden neben äußerer Alteration auch innere Farbenschwäche nachweisen ließ und diese wahrscheinlich mit einer allgemeinen nervösen Störung zusammenhängt. Auch bei einem großen Teil unserer farbenblinden Vpn. fanden wir Sensibilität, nervöse Reizbarkeit und sonstige Anzeichen nervöser Schwäche; nicht nur an den betreffenden Vpn. selbst, sondern auch oft bei ihren Blutsverwandten, insbesondere denen mütterlicherseits, konnten wir nervöse Störung feststellen. So berichtet uns z. B. der 17jährige Deuteranop A. S., daß er sehr oft von schrecklichen Angstzuständen geplagt werde, er erschrecke bei jedem geringsten Geräusch, nachts habe er oft angstvolle Träume; eine vor kurzem erlebte Feuersbrunst sehe er wohl jede Nacht wieder, er fürchte sich, abends allein in ein dunkles Zimmer zu gehen. Von seiner Mutter und einem Vetter mütterlicherseits erzählt

er ähnliches. Nun wird aber die Farbenblindheit gewöhnlich durch die Mutter vererbt, und ihr häufiges Zusammentreffen mit nervösen Störungen bei dem betreffenden farbenblinden Individuum selbst oder seinen nächsten Verwandten mütterlicherseits kann kaum rein zufällig sein. Wahrscheinlich bildet die Schwäche oder das gänzliche Fehlen der inneren Farbenerregbarkeit, also die Hemmung innerhalb der nervösen Sehbahn, nur eine Teilerscheinung allgemeiner nervöser Störung.

Unsere sämtlichen farbenblinden Vpn. gehören dem integrierten Typus an (J_2, J_1 und J_3), unter fünf Protanopen fanden wir drei mit synästhetischen Einschlag. Wir geben den Bericht eines zuverlässigen, intelligenten Protanopen über seine eigene seelische Entwicklung wieder. W. D., (Mittelschullehrer und cand. phil.) sagt aus: „Bis zu meinem 12. Lebensjahre lebte ich in einer eigenartigen Traumwelt. Ich zweifelte an der Existenz der Außenwelt und glaubte, alles um mich her sei nur Täuschung, selbst das Dasein meiner nächsten Familienangehörigen erschien mir fraglich. Vor allem betrachtete ich die optischen Wahrnehmungen als Trugbilder. Nur Akustisches, besonders aber musikalisch Erlebtes, war für mich real. Im Gegensatz zu meinen Geschwistern galt ich als unbegabter Schüler. Wenn ich ein Gedicht oder das Einmaleins lernen sollte, setzte ich es in musikalisch Erlebtes um, ich mußte es erst für mich hin singen, wenn ich es meinem Gedächtnis einprägen wollte. Meine eidetischen Phänomene waren so lebhaft und wirklichkeitstäuschend, daß ich dies selbst empfand, was meinen Zweifel an der Realität der Außenwelt noch mehr bestärkte. Mit dem Einsetzen der Pubertät begann auch in meinem Welterleben eine merkwürdige Veränderung. Ich hatte das Gefühl, als würden Vorhänge vor meinem Gehirn weggezogen und alles um mich gewänne an Klarheit. Die Realität der Außenwelt und der Unterschied von Subjektivem und Objektivem wurde mir zusehends gewisser. Auch in meinen Schulleistungen trat eine allgemeine Wendung zum Bessern ein. Ich habe heute keine eidetischen Phänomene mehr, besitze aber lebhafte Phantasie und gute Vorstellungen. Wenn ich Musik höre, habe ich bei manchen tiefen Tönen das Gefühl, als ob weite Räume sich vor mir öffneten; es kann so lebhaft werden, daß ich diese wirklich zu sehen glaube. Eigentliche

Synästhesien, wenn man unter ihnen das Erleben von Farben beim Hören von Musik versteht, habe ich nicht, doch besitzt sie einer meiner Brüder, und zwar der einzige, der nicht farbenblind ist.“ Über seine eigenen Farbenempfindungen erklärt D. folgendes: „Es gibt für mich vier selbständige Farbqualitäten, nämlich Gelb, Blau, die Graunuancen, die man durch Mischung von Schwarz und Weiß herstellen kann, und eine vierte Qualität, die ich am liebsten ‚unbestimmte Farbigkeit‘ nennen möchte. Die letztere ist keineswegs identisch mit Grau; sie wird von mir da bemerkt, wo farbentüchtige Personen Rot oder Grün sehen. Wenn ich solche (rote oder grüne) Gegenstände erblicke, habe ich zuerst den Eindruck unbestimmter Farbigkeit; ich weiß dann, daß es nicht Gelb oder Blau sein kann; denn diese Farben bemerke ich sofort. Habe ich einen Anhalt dafür, ob es sich um Rot oder Grün handelt, z. B. wenn es mir gesagt wird, so differenziert sich die unbestimmte Farbigkeit. Ich habe eine sehr lebhafte Farbenphantasie und lege daraus etwas in die Gegenstände hinein; dann sehe ich wirklich Rot oder Grün, manchmal auch Braun; das sind alles Qualitäten, die zwar untereinander verwandt, aber von Gelb, Blau oder Grau im Wesen verschieden sind und sich auch meines Erachtens nicht aus diesen Farben durch Helligkeits- und Sättigungsänderungen oder Mischungen herstellen lassen.

Alle Farben wirken stark auf mein Gefühl, jede in besonderer Weise. Rot und Grün unterscheide ich sehr oft richtig nach ihrem Gefühlswert; Rot ist warm und lebendig, Grün kalt und stumpf.“

Läßt man D. am Farbenmischapparat oder Farbkreisel Gleichungen herstellen, so findet man bei ihm leicht die für den Protanopen charakteristischen neutralen Stellen im Blaugrün und Rot. Hier sieht D. nur Grau. Aber bei bekannten roten und grünen Gegenständen und größeren Flächen, z. B. Quadraten von 20×20 cm an, benennt D. die Farben richtig. Wir gingen mit D. durch die Straßen der Stadt und ließen ihn die Farben von Hauswänden, Fensterläden u. dgl. angeben; die Benennungen waren fast immer richtig. Man ist geneigt, die zutreffenden Angaben der Farbenblinden nur aus dem richtigen Sprachgebrauch zu erklären und anzunehmen, daß

sie die bekannten Dinge mit allgemein feststehenden Farbenbezeichnungen benennen, wobei noch Helligkeitsdifferenzen eine wesentliche Rolle spielen. Für manche Farbenblinde trifft dies zu. Es wird z. B. Rot als dunkles schmutziges Gelb gesehen, aber als Rot bezeichnet. Wir konnten dies vielfach experimentell bestätigen, indem wir einer gelben Scheibe dunkles Grau zumischten, sie wurde dann für Rot erklärt und einer wirklich roten Scheibe gleich gesehen. Auch mit D. stellten wir solche Versuche an. Die rote Scheibe, deren Farbe er zuerst nicht, wohl aber nach längerem Betrachten richtig angab und auch zu sehen versicherte, wurde einer durch Grau verschiedener Helligkeit verhüllten gelben Scheibe niemals gleich. D. pflegte sich dabei zu äußern: „Rot ist etwas ganz anderes als Gelb, man kann nicht eins aus dem anderen herstellen; Rot ist keine Farbe, die auf mich zukommt wie Gelb oder Blau, ich lege es erst in die Dinge hinein und sehe diese dann wirklich rot; bei Grün gelingt mir das nicht so gut. Ich urteile auch oft rein gefühlsmäßig. Hat die unbestimmte Farbigkeit einen warmen Ton, dann kann es nur Rot oder Braun sein. Aus dem Eindruck ‚stumpfer Farbigkeit' schließe ich auf Grün."

Auch violette und purpurne Farbtöne sind D. nicht unbekannt. Rote Blüten werden zuerst meistens weiß gesehen, bekommen aber, wenn sie als Rot bekannt sind, bald diese Farbe, die, wie D. zu sagen pflegt, eigentlich nicht in ihnen liegt, sondern erst hineingesehen werden muß.

Ein Bruder des Herrn W. D., Herr J. D., machte über sein Farbensehen ähnliche Angaben, auch war der experimentelle Befund fast der gleiche.

Der 18jährige Schüler F. R. (Protanop) nennt Rot und Grün „unsichere Farben", die aber doch anders sind als Grau, Schwarz oder Weiß; er unterscheidet sie nach der Helligkeit und den stets mit ihnen verbundenen Gefühlswerten. Rot ist „dunkel, warm und anziehend, Grün ist hell, kalt und abstoßend". Rot ist stets leichter herauszufinden als Grün. R. unterscheidet aber auch ein vorgelegtes helles Rot auf größer Fläche richtig von einem dunklen Grün und erklärt: „Man fühlt ungefähr, ob es Rot oder Grün ist, doch manchmal betrügt das Gefühl". F. R. steht dem Typus des Synästhetikers nahe, er ist intelligent, hat aber in seiner Jugend unter körperlichen und seelischen

Entwicklungshemmungen gelitten. Bei seiner Mutter und deren Schwester konnten wir synästhetische Veranlagung mit schon pathologischem Einschlag (Halluzinationen) nachweisen. Den synästhetischen Einschlag fanden wir nur unter den Protanopen; unsere Deuteranopen gehörten dem J_1- und J_2-Typus an.

Man kann die Rot- und Grünempfindung als den entwicklungsgeschichtlich verhältnismäßig jüngsten Erwerb des Farbensehens ansehen, was durch die Untersuchungen über den Farbensinn der Tiere[1] wahrscheinlich gemacht wird. Dann stellt das Fehlen der Rot- und Grünempfindung einen Rückfall auf eine frühere Entwicklungsstufe dar. Diese Auffassung steht mit den von uns herausgestellten Beziehungen der Farbenblindheit zur psychophysischen Gesamtpersönlichkeit in gutem Einklang. Die Struktur des stark Integrierten, die wir bei unseren farbenblinden Vpn. vorherrschend fanden, weist sehr viele Züge einer frühkindlichen Entwicklungsphase auf, in der die psychophysischen Funktionen noch innig miteinander verflochten sind und sich im einzelnen noch nicht aus ihrer Einheit herausdifferenziert haben. Wie E. R. Jaensch zeigte, geht der Mensch in seiner frühesten Kindheit durch eine eidetische Entwicklungsphase hindurch, d. h. Wahrnehmungs- und Vorstellungserlebnis bilden hier in höherem Maße als später eine noch ungeschiedene Einheit und haben die Struktur des eidetischen Anschauungsbildes; erst nach und nach entwickeln sich Wahrnehmung und Vorstellung zu getrennten, relativ selbständigen Funktionen. Beim stark Integrierten bleibt die Einheit mehr oder weniger erhalten; wir finden sie bei unseren farbenblinden Vpn. in ihrer „Farbenphantasie" im „Hineinlegen und Hineinsehen der Farbe", wo eigentlich nur farblose Helligkeit wahrgenommen werden müßte. Ausgehend von den Untersuchungen von B. Herwig[2] über den inneren Farbensinn müssen wir annehmen, daß es sich beim „Rot- und Grünempfinden" des Farbenblinden um Farbqualitäten handelt, die durch rein zentrale Prozesse

[1] K. v. Frisch, Das Problem des tierischen Farbensinns *Die Naturwiss.* 1923, S. 470—476. — A. Kühn, Farbenunterscheidungsvermögen der Tiere. Handb. d. norm. u. path. Physiol. Bd. 12, 1. Hälfte, S. 720 ff. — C. v. Hess, Vergleichende Physiologie des Gesichtssinnes. Jena 1912.

[2] B. Herwig, Über den inneren Farbensinn der Jugendlichen in „Grundfragen der Farbenpsychologie". Leipzig 1930.

bedingt sind und die Struktur des optischen Anschauungsbildes haben oder diesem doch sehr nahe stehen. Diese Eigenart des Farbenempfindens fanden wir bei unseren Vpn. vom J_2-Typus nicht oder nur schwach ausgeprägt; hier besteht eben die integrierte Struktur nur in den mittleren und höheren Bereichen des Psychophysischen und erstreckt sich meist nicht mehr in das Gebiet des Optischen, so daß die Farbenempfindung viel mehr von den physikalischen Reizen und physiologischen Vorgängen abhängt und kaum noch unter dem Einfluß zentraler Faktoren steht.

Bezüglich der Gelb- und Blauempfindung fanden wir bei unseren rot-grünblinden Vpn. sowohl Individuen mit normaler als auch erheblich herabgesetzter Empfindlichkeit, so daß einige unter ihnen den total Farbenblinden recht nahe stehen. Im allgemeinen ist der Gelb-Blausinn des Deuteranopen dem des Protanopen überlegen. Wir müssen daher die Protanopie als eine noch unentwickeltere Stufe des Farbensinns ansehen als die Deuteranopie (dasselbe gilt auch von Protanomalie und Deuteranomalie); hierfür spricht auch der Unterschied in der spektralen Helligkeitsverteilung, der sich außer in der Verkürzung des Spektrums am langwelligen Ende nach darin zeigt, daß das Helligkeitsmaximum beim Protanopen (und Protanomalen) weiter nach der kurzwelligen Seite hin liegt, wie es auch beim normalen Dämmerungssehen, das wir nach Jaensch und Stallmann[1] als eine primitive Funktionsschicht des Sehens aufzufassen haben, der Fall ist. Die z. Zt. im hiesigen Institut noch im Gange befindlichen Untersuchungen von K. Schönewald scheinen zu bestätigen, daß das Farbensehen des Protanomalen und Protanopen tatsächlich primordialen Funktionschichten angehört. Die „unbestimmte Farbigkeit" beim Rotgrünblinden ist eine noch undifferenzierte und somit primitive Gesichtsempfindung; ihre auffallende Gefühlsbetontheit steht im Einklang mit der Tatsache, daß alle Erlebnisse auf primitiver Stufe, z B. die der frühesten Kindheit, affektiv eingebettet sind. Es ist nicht verwunderlich, daß sich gerade unter den Individuen mit Protanopie und Protanomalie,

[1] Jaensch u. Stallmann, Beiträge zur Frage der Funktionsschichten im Sehen, mit bes. Rücksicht auf das Purkinjesche Phänomen. *Z. f. Psychol.* **106**, S. 129 ff.

der primitiveren Form der Rot-Grünblindheit bzw. Anomalie, Menschen mit synästhetischem Einschlag finden, da ja die Empfindungen des Synästhetikers besonders primitiver Natur sind[1]. Es sei hier an das von E. R. Jaensch in Brugsch-Lewys Handbuch der Persönlichkeitsforschung gegebene Schema erinnert.

W = Wahrnehmung
V = Vorstellung
G = Gefühl
E = Eidetische Einheit
S = Synästhetische Einheit

Danach ist die Synästhesie eine Stufe undifferenzierter Einheit, die der eidetischen Einheit in der Reihe der Aufspaltungsvorgänge vorangeht; während die eidetische Einheit die Einheit von Wahrnehmung und Vorstellung ist, schließt die Synästhesie noch das Gefühl in sich.

Wenn auch Farbenblindheit und -schwäche in ihren verschiedenen Formen erblich sind und ihr Erbgang höchstwahrscheinlich ganz bestimmten Gesetzen unterliegt, so zeigen sie doch eine auffallende Affinität zum integrierten Typus; damit steht im Einklang, daß die Lichtwahrnehmung des Farbenblinden bzw. -schwachen, die einer verhältnismäßig primitiven Schicht der Empfindung angehört, vielfach die integrierte Struktur aufweist, insofern, als sich in ihr wahrnehmungs-, vorstellungs- und gefühlsartige Erscheinungen zu einer Einheit durchdringen, und somit der elementare Bereich der Farbenempfindung nicht losgelöst von der Gesamtpersönlichkeit, sondern in deren formale Struktur tief eingebettet ist.

VI. Kapitel
Schluß

Die bisherige Lehre von den Anomalien des Farbensinns und den Formen der Farbenblindheit mußte notwendig lückenhaft bleiben, weil in diesem Gebiet noch kaum nach dem Leibnizschen Prinzip der Lex continui auf die gleitenden

[1] Vgl. H. Werner, Das Problem des Empfindens und die Methoden seiner experimentellen Prüfung. *Z. f. Psychol.* **114**, S. 152ff.

Übergänge zum Normalbereich hin untersucht worden ist. Es kamen fast nur extreme Fälle zur Beobachtung, „Patienten", die entweder vom Augenkliniker untersucht oder von ihm dem Physiologen zur Untersuchung zugeführt worden sind.

Die sog. Rayleighschen Anomalen wurden bisher von den Farbennormalen durch das Einstellungsergebnis der sog. Rayleighschen Gleichung abgetrennt (Lith. + Thall. = Natr.). Als Nebenbefund wurde verzeichnet, daß die Anomalen gesteigerten Kontrast haben. Die mit einem größeren, „nichtpatientenhaften" Material arbeitende Untersuchung ergibt, daß gar nicht der Befund bei Einstellung der Rayleighschen Gleichung, sondern derjenige des gesteigerten Kontrastes die normale und anomale Gruppe von einander trennt. Wo der gesteigerte Kontrast nicht besteht, ist die Rayleighsche Einstellung einfach abhängig vom Individualtypus, und hier gilt: dunkelfarbige Menschen werten im allgemeinen die langwelligen, hellfarbige die kurzwelligen Lichter des Spektrums verhältnismäßig gut aus. Dabei wird in den Sommermonaten das langwellige Licht in den Wintermonaten das kurzwellige relativ stärker ausgewertet, und zwar ist die Jahresschwankung bei den relativ Rotsichtigen größer als bei den relativ Grünsichtigen. Obige Korrelationen zwischen Dunkel- und Hellfarbigkeit und Herstellung der Rayleighschen Gleichung gelten nicht mehr bei der durch den gesteigerten Kontrast abgegrenzten anomalen Gruppe. Bei ihr ist auch der Oberflächencharakter der Farben herabgesetzt. Der gesteigerte Kontrast dürfte mindestens zum Teil hierauf beruhen, da wir wissen, daß alle Faktoren, die den Oberflächencharakter herabsetzen, den Kontrast steigern.

Der Unterschied zwischen Protanomalen und „Deuteranomalen" besteht nicht nur darin, daß erstere das Rot, letztere das Grün relativ schlechter auswerten, sondern zeigt sich auch in einer anderen Erlebnisweise der Farben. Die Farben, besonders die am schlechtesten ausgewerteten, werden hier vor allem an ihrem Gefühlscharakter erkannt („warm, kalt" u. dgl.).

In der Lehre von der Farbenblindheit ist nach G. E. Müller zu unterscheiden zwischen äußerem Ausfall (d. h. Ausfall von Netzhautprozessen), charakterisiert durch den gleichzeitigen Ausfall der antagonistischen Prozesse (Rot-Grün) und singulärer innerer, d. h. auf zentralem Ausfall beruhender Farben-

blindheit, bei der sich die Intaktheit der Netzhautprozesse darin verrät, daß die ausfallende Farbe (meist Grün), obwohl sie selbst nicht gesehen wird, die Gegenfarbe als Kontrastfarbe hervorruft. Die drei untersuchten Fälle von singulärer innerer Farbenblindheit zeigten einen stetigen Übergang zur Deuteranomalie, bei der die vorangängige Untersuchung ebenfalls eine innere Farbenschwäche hatten feststellen können.

Unter den Farbenblinden mit Rot- und Grünausfall zeigten die sog. Protanopen ähnlich wie die Rayleighschen Protanomalen die eigentümlichen Gefühlskriterien, selbst bei den überhaupt nicht sichtbaren Farben. Dies und die in ihrer Persönlichkeit auch sonst festzustellende Synästhetikerstruktur weist ähnlich wie der entsprechende Befund bei den Protanomalen, darauf hin, daß es eine Form des Farbenerlebens gibt, bei der Gefühls- und Empfindungscharakter der Farben noch nicht scharf voneinander getrennt sind und der erstere über den letzteren überwiegt (entsprechend etwa dem von Herder in der Sprachphilosophie angenommenen „Sensorium commune").

Literaturverzeichnis

Feyerabend, O., Der innere Farbensinn der Jugendlichen in seiner Beziehung zu angenäherten Farbenkonstanz der Sehdinge, in: E. R. Jaensch, Über Grundfragen der Farbenpsychologie. Leipzig 1930.

Frisch, K. v., Das Problem des tierischen Farbensinnes. *Die Naturwissenschaften,* 1923.

Guttmann, Untersuchungen über Farbenschwäche. *Z. f. Sinnesphysiol.* **43.** Leipzig 1909.

Herwig, Über den inneren Farbensinn der Jugendlichen und seine Beziehung zu den allgemeinen Fragen des Lichtsinnes, in: „Grundfragen der Farbenpsychologie". Leipzig 1930.

Hering, Grundzüge der Lehre vom Lichtsinn. Sonderabdruck aus Graefe-Saemisch, Handbuch der gesamten Augenheilkunde. I. Teil, 12. Kap. Leipzig 1905—11.

Hess, C. v., Vergleichende Physiologie des Gesichtssinnes. Jena 1912.

—, Farbenlehre. Sonderabdr. aus: Ergebnisse der Physiologie, hrg. von Asher u. Spiro. 20. Bd. München u. Wiesbaden 1922.

Jaensch, E. R. Über den Aufbau der Wahrnehmungswelt und ihre Struktur im Jugendalter. 2. Aufl. Leipzig 1927.

—, Grundformen menschlichen Seins. Berlin 1929.

—, Über Grundfragen der Farbenpsychologie. Leipzig 1930.

Jaensch, E. R., Studien zur Psychologie menscslicher Typen. Leipzig 1930.

—, u. Lucke, V., Formen des integrierten Menschentypus, in: „Grundformen menschl. Seins". Berlin 1929.

—, u. Müller, E. A., Über die Wahrnehmung farbloser Helligkeiten und den Helligkeitskontrast, in: „Grundfragen der Farbenpsychologie". Leipzig 1930.

—, u. Stallmann, Beiträge zur Frage der Funktionsschichten im Sehen, mit besonderer Rücksicht auf das Purkinjesche Phänomen. *Z. f. Psychol.* **106**. Leipzig 1928.

Katz, D., Die Erscheinungsweisen der Farben und ihre Beeinflussung durch die individuelle Erfahrung. Erg.-Bd. 7 der *Z. f. Psychol.* Leipzig 1911.

Koellner, Die Abweichungen des Farbensinns. Handb. d. norm. u. path. Physiol. 12. Bd., 1. Hälfte. Berlin 1929.

Kroh, O., Über Farbenkonstanz und Farbentransformation, in: „Grundfragen der Farbenpsychologie". Leipzig 1930.

Kühn, Farbenunterscheidungsvermögen der Tiere. Handb. d. norm. u. path. Physiol. 12. Bd., 1. Häfte. Berlin 1929.

Müller, G. E., Zur Psychophysik der Gesichtsempfindungen. Z. *f. Psychol.* **10** u. **14**. 1896 u. 1897.

—, Darstellung und Erklärung der verschiedenen Typen der Farbenblindheit. Göttingen 1924.

Nagel, Über typische und atypische Farbensinnstörungen. *Z. f. Sinnesphysiol.* **43**. Leipzig 1909.

Pretori, H. u. Sachs, M., Messende Untersuchungen des farbigen Simultankontrastes. *Pflügers Archiv* **60**.

Schumann, Ein ungewöhnlicher Fall von Farbenblindheit. Bericht über den I. Kongreß für experim. Psychologie. 1904.

Tschermak, A. v., Licht und Farbensinn. Handb. d. norm. u. path. Physiol. 12. Bd., 1. Hälfte. Berlin 1929.

Walker, W., Über die Adaptationsvorgänge der Jugendlichen und ihre Beziehung zu den Transformationserscheinungen, in: „Grundfragen der Farbenpsychologie". Leipzig 1930.

Weil, H., Sinnespsychologische Kriterien menschlicher Typen. *Z. f. Psychol.* **109**. Leipzig 1929.

Werner, H., Das Problem des Empfindens und die Methoden seiner experimentellen Prüfung. *Z. f. Psychol.* **114**. Leipzig 1930.

Westphal, Unmittelbare Bestimmmung der Urfarben. *Z. f. Sinnesphysiol.* **44**. 1919.

Lebenslauf

Am 23. Dezember 1895 wurde ich als Sohn des Kaufmanns Karl Limper und seiner Ehefrau Christiane geb. Knebel in Raumland (Westf.) geboren. Ich besitze die preußische Staatsangehörigkeit und bin evangelischer Konfession.

Zunächst besuchte ich die Volksschule meines Heimatortes, dann die Selekta zu Berleburg, die Präparandenanstalt in Laasphe und das evangelische Lehrerseminar in Hilchenbach. Herbst 1915 bestand ich die erste und im Februar 1919 die zweite Lehrerprüfung. Ich war ein halbes Jahr Kriegsteilnehmer, unterrichtete ein Jahr an der Präparandenanstalt zu Hilchenbach und 8 Jahre an der evangelischen Volksschule zu Richstein (Westf.). Ostern 1925 wurde ich nach Dortmund versetzt. Hier bestand ich die Mittelschullehrerprüfung in Mathematik, Physik, Chemie und Englisch und damit die Reifeprüfung der Oberrealschule. Im Wintersemester 1925/26, Wintersemester 1926/27 und Sommersemester 1927 studierte ich in Münster und vom Wintersemester 1927/28 bis zum Sommersemester 1930 einschließlich in Marburg Philosophie, Psychologie, Mathematik und Physik. Das Rigorosum bestand ich am 30. Juli 1930. Seitdem bin ich wieder in Dortmund als Lehrer tätig.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren und Dozenten:

in Münster: Goldschmidt, v. Lilienthal, Neder, G. Schmidt, Siemens, Szivessy;

in Marburg: Frank, Fraenkel, Grüneisen, Hasse, Jaensch, Krafft, Kretschmer, Krüger, Lipps, Löwith, Mahnke, Neumann, F. A. Schulze, Tomaschek.

Ihnen allen, insbesondere aber Herrn Prof. Dr. E. R. Jaensch, bin ich zu aufrichtigem Dank verpflichtet. Karl Limper